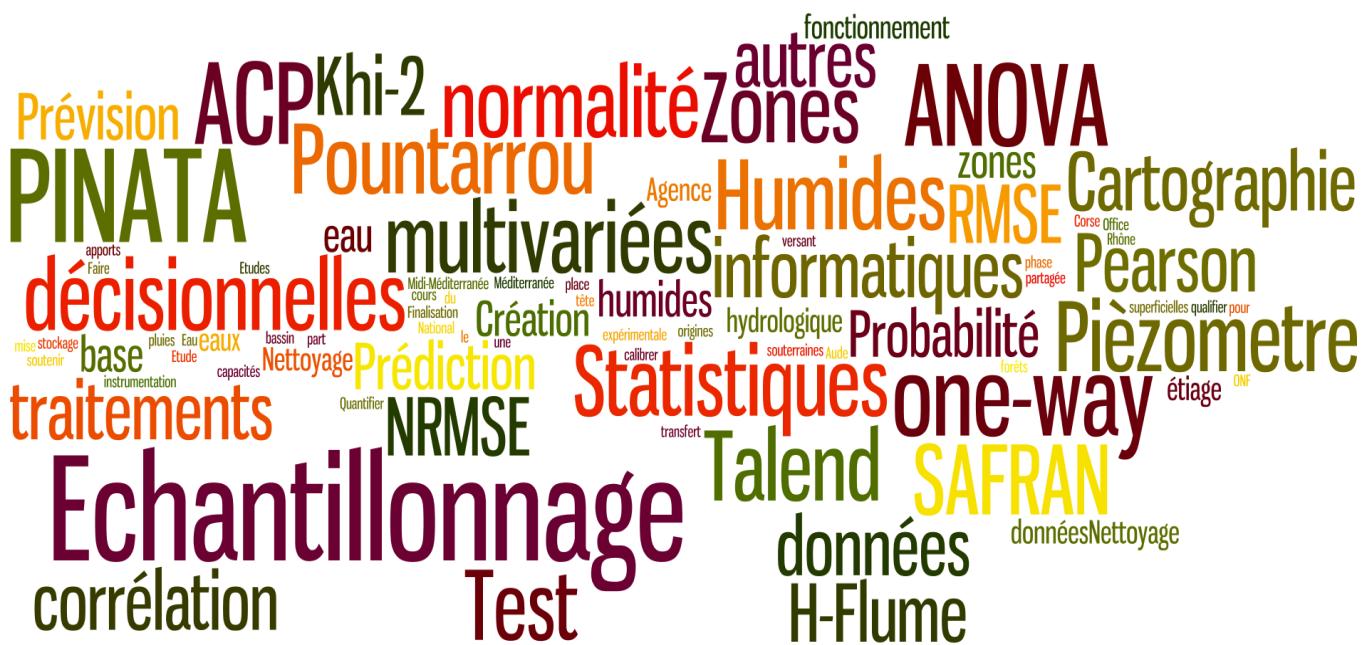


IUT de Carcassonne de l'Université de Perpignan

PROJET INFORMATIQUE ET STATISTIQUE

IUT STID, Semestre 3

L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA ZONE D'ÉTUDE : BASSIN MADRES



15/01/2020

Groupe 6

AHL AL-Zahra

DADI Abel

VIGAN Jéros

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	1
LISTE DES FIGURES	2
LISTE DES TABLEAUX.....	4
LISTE DES ANNEXES.....	4
INTRODUCTION.....	5
MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL	6
CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU PROJET	7
I - 1 - CONTEXTE D'ÉTUDE	7
I - 2 - PROBLÉMATIQUE	7
I - 3 - ZONÉ D'ÉTUDE.....	7
CHAPITRE II : TRAITEMENTS DES DONNÉES	9
II - 1 - TRAITEMENT DES DONNÉES	9
II - 2 - CRÉATION DE LA BASE DE DONNÉES	10
CHAPITRE III : TRAITEMENTS DES DONNÉES DE SAFRAN.....	11
III - 1 - TEMPÉRATURE	11
III - 2 - ÉVAPORATION.....	12
III - 3 - PRÉCIPITATION.....	13
III - 4 - COMMENTAIRE GÉNÉRAL	14
III - 5 - DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE 1959 -2018.....	14
III - 5 - b - <i>Commentaire de diagramme Ombrathermique</i>	15
III - 6 - PROPOSITION DES HYPOTHÈSES SUR LES TENDANCES DES TROIS PARAMÈTRES CLIMATIQUES	16
III - 7 - COMPARAISON DES TEMPÉRATURES LOCALES AVEC CELLES DU MODÈLE DE SAFRAN	16
III - 7 - a - <i>Les indicateurs utilisés.....</i>	16
III - 7 - b - <i>Analyse des résultats.....</i>	17
III - 7 - c - <i>Interprétation des résultats</i>	17
III - 8 - COMPARAISON DES PLUIES LOCALES AVEC CELLES DU MODÈLE DE SAFRAN	17
III - 8 - a - <i>Les indicateurs utilisés.....</i>	17
III - 8 - b - <i>Analyse des résultats.....</i>	18
III - 8 - c - <i>Interprétation des résultats</i>	19
III - 9 - TEST DE NORMALITÉ	20
III - 9 - a - <i>Choix du test de normalité</i>	20
III - 9 - b - <i>Les résultats de test de normalité.....</i>	21
III - 10 - TEST D'ÉGALITÉ DE MOYENNES	22
III - 10 - a - <i>Test d'égalité de moyenne ZH-101</i>	23
III - 10 - b - <i>Test d'égalité de moyenne ZH-102</i>	24
III - 10 - c - <i>Test d'égalité de moyenne ZH-103</i>	25
III - 10 - d - <i>Test d'égalité de moyenne ZH-104</i>	26
III - 10 - e - <i>Test d'égalité de moyenne ZH-105</i>	27

CHAPITRE IV : STATISTIQUES MULTIVARIÉES	29
IV - 1 - ÉTUDE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	29
<i>IV - 1 - a - Décomposition des données de Température de SAFRAN</i>	<i>29</i>
<i>IV - 1 - b - Test de normalité sur les résidus issus de la décomposition.....</i>	<i>29</i>
<i>IV - 1 - c - Modélisation des tendances et périodicités.....</i>	<i>30</i>
<i>IV - 1 - d - Modèle de Prévision.....</i>	<i>30</i>
<i>IV - 1 - e - Changement climatique local.....</i>	<i>31</i>
IV - 2 - ÉTUDE DU SPI.....	31
IV - 3 - ÉTUDE DES RELATIONS ENTRE VARIABLES	33
<i>IV - 3 - a - Corrélations internes :</i>	<i>35</i>
<i>IV - 3 - b - Test d'indépendance du Khi-2 :</i>	<i>37</i>
<i>IV - 3 - c - Corrélations « croisées ».....</i>	<i>39</i>
IV - 4 - RÉGRESSION LINÉAIRE MULTIPLE.....	39
IV - 5 - ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)	39
<i>IV - 5 - a - Choix des axes.....</i>	<i>39</i>
<i>IV - 5 - b - Construction de l'ACP</i>	<i>40</i>
IV - 6 - ANALYSE CLUSTER	42
<i>IV - 6 - a - Visualisation du dendrogramme généré par la classification</i>	<i>42</i>
<i>IV - 6 - b - Interprétation cluster</i>	<i>43</i>
IV - 7 - MÉTHODE POUR ANALYSER L'IMPACT DES DÉBITS	43
<i>IV - 7 - a - Comparaison des débits spécifiques</i>	<i>43</i>
<i>IV - 7 - b - Comparaison les temps de mémoire</i>	<i>43</i>
CONCLUSION	44
ANNEXE.....	I
BIBLIOGRAPHIE.....	XXXIII

LISTE DES FIGURES

FIGURE N°1 : DÉROULEMENT DES TÂCHES EN GROUPE	6
FIGURE N°2 : BASSIN VERSANT DE MADRÉS	8
FIGURE N°3 : CHAINE DÉCISIONNELLE DE TRAITEMENT	9
FIGURE N°4 : MODÈLE CONCEPTUEL DES DONNÉES (MCD)	10
FIGURE N°5 : JOB DE CRÉATION DES TABLES DANS LA BASE DE DONNÉES	10
FIGURE N°6 : GRAPHE DE LA TEMPÉRATURE (JOURNALIÈRE, MENSUELLE, ANNUELLE) DE 1959 À 2018	11
FIGURE N°7 : GRAPHE DE L'ÉVAPORATION (JOURNALIÈRE, MENSUELLE, ANNUELLE) DE 1959 À 2018	12
FIGURE N°8 : GRAPHE DE LA PRÉCIPITATION (JOURNALIÈRE, MENSUELLE, ANNUELLE) DE 1959 À 2018	13
FIGURE N°9 : COMPARAISON TEMPÉRATURE JOURNALIÈRE LOCALE À CELLE DU MODÈLE SAFRAN	17
FIGURE N°10 : HISTOGRAMME DES PLUIES LOCALES	18

FIGURE N°11 : COMPARAISON PRÉCIPITATION JOURNALIÈRE LOCALE À CELLE DU MODÈLE SAFRAN	19
FIGURE N°12 : QQ-PLOT ET HISTOGRAMME DES DONNÉES SAFRAN	20
FIGURE N°13 : QQ-PLOT ET HISTOGRAMME DES DÉBITS	20
FIGURE N°14 : QQ-PLOT ET HISTOGRAMME DES PIÉZOMÈTRES	21
FIGURE N°15 : BOXPLOT DE LA PRESSION AU NIVEAU ZH 101	23
FIGURE N°16 : BOXPLOT DE LA PROFONDEUR AU NIVEAU ZH 101.....	23
FIGURE N°17 : BOXPLOT DE LA TEMPÉRATURE AU NIVEAU ZH 101	23
FIGURE N°18 : BOXPLOT DE LA PRESSION AU NIVEAU ZH 102	24
FIGURE N°19 : BOXPLOT DE LA PROFONDEUR AU NIVEAU ZH 102.....	24
FIGURE N°20 : BOXPLOT DE LA TEMPÉRATURE AU NIVEAU ZH 102	24
FIGURE N°21 : BOXPLOT DE LA PRESSION AU NIVEAU ZH 103	25
FIGURE N°22 : BOXPLOT DE LA PROFONDEUR AU NIVEAU ZH 103.....	25
FIGURE N°23 : BOXPLOT DE LA TEMPÉRATURE AU NIVEAU ZH 103	25
FIGURE N°24 : BOXPLOT DE LA PRESSION AU NIVEAU ZH 104	26
FIGURE N°25 : BOXPLOT DE LA PROFONDEUR AU NIVEAU ZH 104.....	26
FIGURE N°26 : BOXPLOT DE LA TEMPÉRATURE AU NIVEAU ZH 104	26
FIGURE N°27 : BOXPLOT DE LA PRESSION AU NIVEAU ZH105	27
FIGURE N°28 : BOXPLOT DE LA PROFONDEUR AU NIVEAU ZH105.....	27
FIGURE N°29 : BOXPLOT DE LA TEMPÉRATURE AU NIVEAU ZH 105	27
FIGURE N°30 : DÉCOMPOSITION DE LA TEMPÉRATURE (SAFRAN : 1959 – 2018)	29
FIGURE N°31 : TEST DE NORMALITÉ SUR LES RÉSIDUS ISSUS DE LA DÉCOMPOSITION	29
FIGURE N°32 : VISUALISATION DES TENDANCES ET PÉRIODICITÉS	30
FIGURE N°33 : MODÈLE DE PRÉVISION.....	30
FIGURE N°34 : VISUALISATION DES PRÉVISIONS	31
FIGURE N°35 : L'INDICE DE PRÉCIPITATION NORMALISÉ (SPI) DE 1 MOIS À 6 MOIS	32
FIGURE N°36 : L'INDICE DE PRÉCIPITATION NORMALISÉ (SPI) DE 9 MIS À 24 MOIS.....	32
FIGURE N°37 : VARIATIONS VERTICALES JOURNALIÈRES DES PROFONDEURS DES PIÉZOMÈTRES DANS LE BASSIN POUNTAROU	33
FIGURE N°38 : VARIATIONS VERTICALES JOURNALIÈRES DES PROFONDEURS DES PIÉZOMÈTRES DANS LE BASSIN PINATA	34
FIGURE N°39 : GRAPHIQUE DES VALEURS PROPRES	39
FIGURE N°40 : GRAPHIQUE DE CONTRIBUTIONS DES INDIVIDUS	40
FIGURE N°41 : CERCLE DE CORRÉLATION DES VARIABLES	40
FIGURE N°42 : CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE EN 2 DIMENSIONS	42
FIGURE N°43 : CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE EN 3 DIMENSIONS	42

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU N°1 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES LOGICIELS UTILISÉS.....	9
TABLEAU N°2 : ANALYSE DU DIGRAMME OMBROTHERMIQUE.....	15
TABLEAU N°3 : RÉCAPITULATIF DES RÉSULTATS DES TESTS DE NORMALITÉ	22
TABLEAU N°4 : RÉSULTAT DES CORRÉLATIONS INTERNES DES PROFONDEURS DES PIÉZOMÈTRES DU BASSIN POUNTARROU	35
TABLEAU N°5 : RÉSULTAT DES CORRÉLATIONS INTERNES DES PROFONDEURS DES PIÉZOMÈTRES DU BASSIN PINATA.....	36
TABLEAU N°6 : RÉSULTAT DES PVALUES DU KHI SUR LES PROFONDEURS DES PIÉZOMÈTRES DU BASSIN POUNTARROU.....	37
TABLEAU N°7 : RÉSULTAT DES PVALUES DU KHI SUR LES PROFONDEURS DES PIÉZOMÈTRES DU BASSIN PINATA	38

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE N°1: CLASSIFICATION DE KÖPPEN	I
ANNEXE N°2: SCRIPT VISUAL BASIC	II
ANNEXE N°3: SCRIPT R (STATISTIQUES MULTIVARIÉES).....	III
ANNEXE N°4: SCRIPT R INFÉRENTIELLE (LES TESTS ET PROBABILITÉS).....	IX
ANNEXE N°5: ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE (ACP)	XIX
ANNEXE N°6: CORRÉLATION INTERNE	XXIV
ANNEXE N°7: COMPLÉMENT ACP	XXV
ANNEXE N°8: CARTOGRAPHIE DE LA ZONE D'ÉTUDE ET DE SES BASSINS	XXVI

INTRODUCTION

Ce projet informatique -statistique de 6 semaines dont le but est d'étudier le fonctionnement hydrologique des zones humides dont leurs capacités de mobilisation à la fois en stockage de l'eau et de restitution restent inconnus.

Pour y remédier, l'ONF (Office National des Forêts) a installé un dispositif de mesures hydrologiques sur le bassin du MADRÉS, en tête du versant de l'Aude. Grâce à cette installation, les interactions entre cours d'eau, zones humides et eaux souterraines pourront être étudiées.

Cet important dispositif de mesure mis en place se décrit : 50 piézomètres, une station météo, 10 stations de mesures de débits de tailles variables conçues, fabriquées et posées par l'ONF, de nombreux seuils de jaugeage, etc.

L'objectif est de réaliser une modélisation la plus complète possible des quantités d'eau qui entrent dans le bassin versant et qui en sortent et aussi de détecter les erreurs des appareils.

Nous allons commencer ce rapport par une présentation du projet en décrivant son contexte et la localisation du site d'étude. Ensuite nous allons définir les différentes étapes de traitement de données pour les rendre utilisables. Enfin, nous analyserons ses données par lois de la statistique et puis nous dresserons les bilans des analyses effectuées sur les données dont nous disposons.

MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

Elle s'est déroulée selon ses étapes ci-dessous :

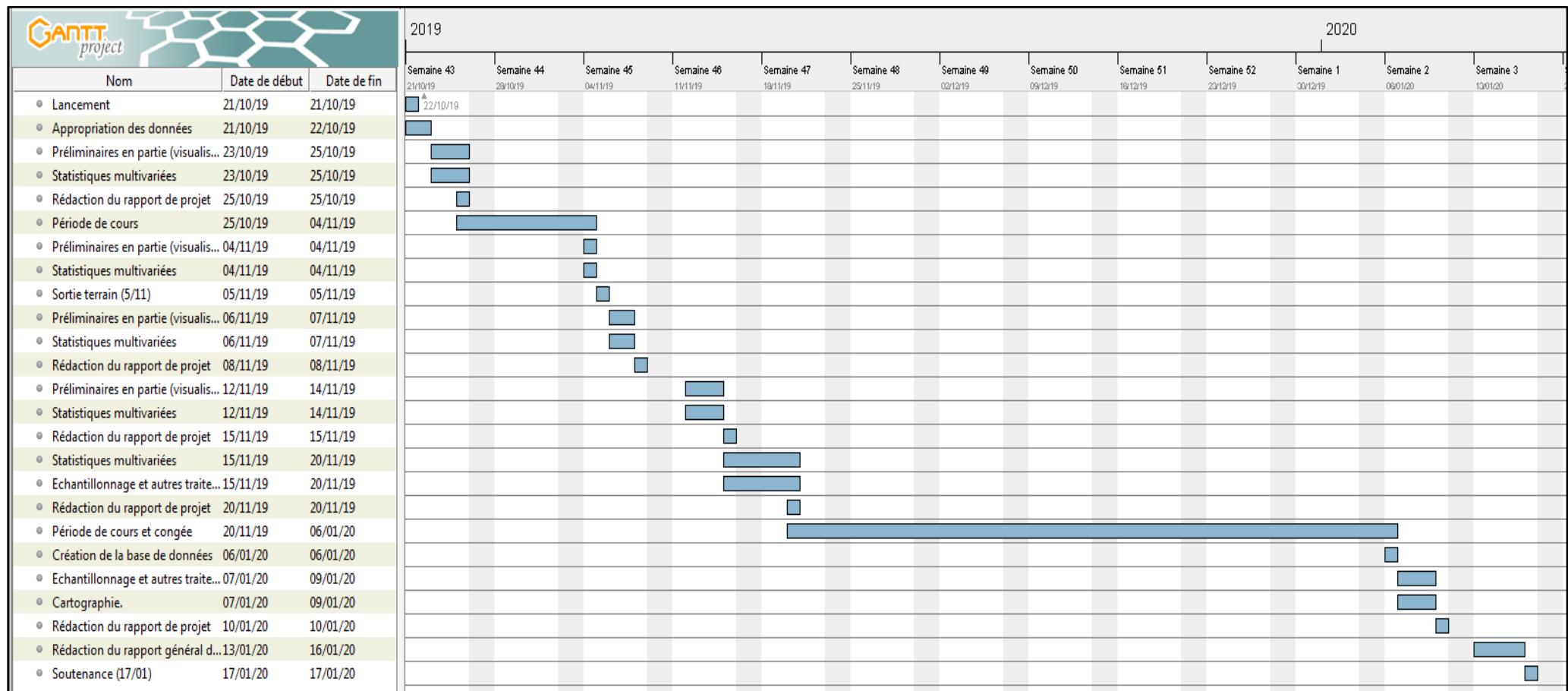


Figure n°1 : Déroulement des tâches en groupe

CHAPITRE I : Présentation du projet

I - 1 - Contexte d'étude

Les zones humides de tête de bassin sont très étudiées dans le domaine de l'hydrologie. Les enjeux sont nombreux pour ces milieux fragiles qui impactent aussi bien les écosystèmes que les activités anthropiques, alors même que plus de 50 % de ces zones ont été détruites ou dégradées au cours du siècle dernier. Elles couvrent désormais 5 à 10 % du territoire français et apparaissent communément comme des réservoirs de biodiversité, mais aussi comme des « éponges ». Cependant, l'analyse de la littérature montre que ce rôle d'éponge dans le stockage/déstockage d'eau est discutable. Réchauffement climatique : phénomène à décrire.

I - 2 - Problématique

Le projet vise donc à préciser le rôle hydrologique des zones humides en :

- ✓ Évaluant l'impact du changement climatique dans la zone d'étude,
- ✓ Évaluant l'impact des tourbières sur l'écoulement des rivières dans ce contexte de réchauffement climatique.

I - 3 - Zoné d'étude

Le massif montagneux du MADRÉS s'inscrit dans la haute vallée de l'Aude et constitue une réserve de la ressource en eau (stock nival et forte densité de zones humides). Ce bassin d'une superficie avoisinant les 1000 Ha, reposant sur le socle granitique dit « platon de Querigut » s'inscrit dans un paysage montagnard au relief doux.

Les boisements bordant les zones humides sont principalement constitués de sapins. Les altitudes oscillent entre 1600 m et 2469 m. Les milieux périphériques aux sites d'études sont caractérisés par de la sapinière et de la hêtraie sapinière.

Compte tenu de la nature géologique du site, de la topographie et du contexte météorologique de moyenne montagne, la plupart des zones humides de la tête de bassin versant de l'Aude sont de type « soligènes, dits de pentes ». Ces zones humides sont de tailles modestes (de 120 m² à 7,7 ha) et s'agencent en réseau sous la forme de mosaïque.

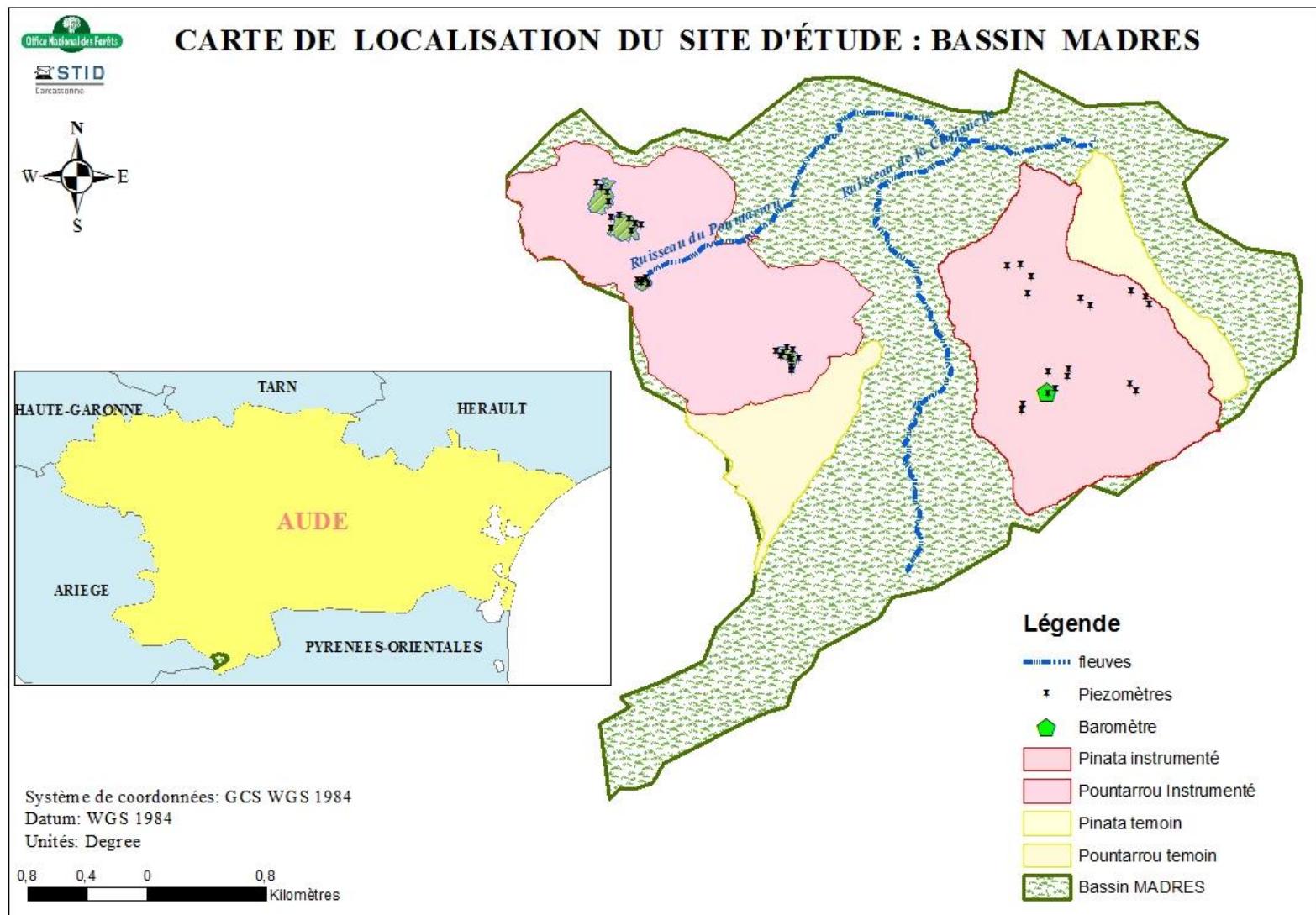


Figure n°2 : Bassin versant de MADRÉS

CHAPITRE II : Traitements des données

II - 1 - Traitement des données

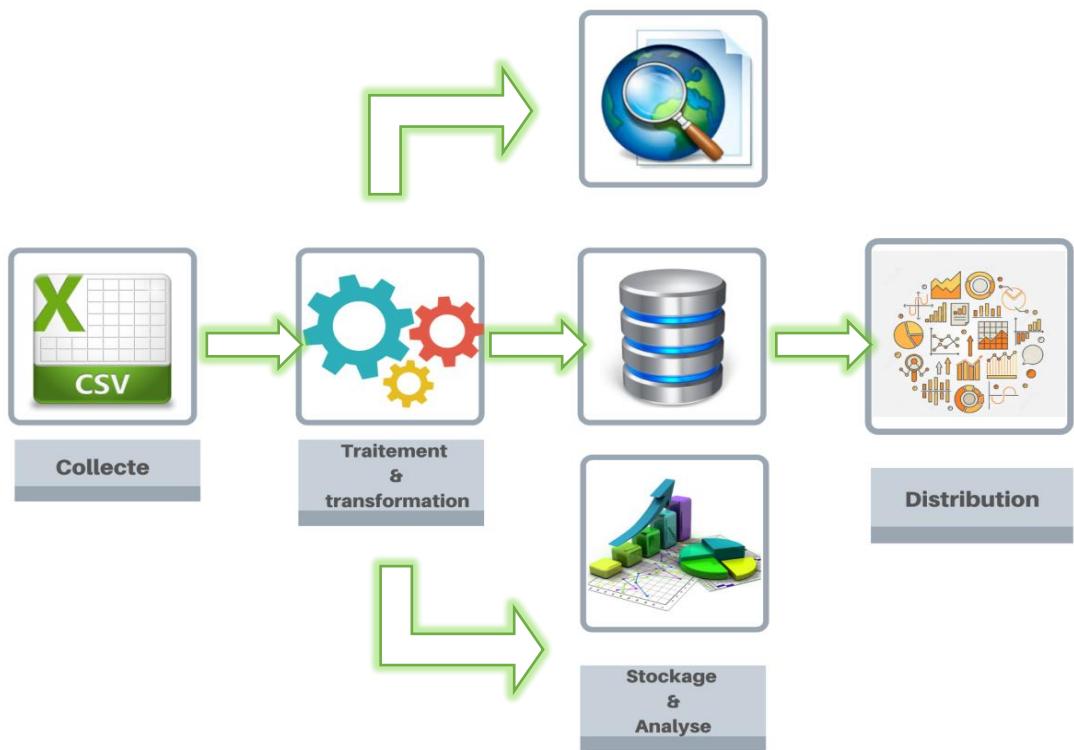


Figure n°3 : Chaîne décisionnelle de traitement

Tableau n°1 : Tableau récapitulatif des logiciels utilisés

Logiciels	Usage	Logo
Visual Basic	Nettoyage + Rééchantillonnage	
Talend +Excel	Rééchantillonnage + création des fichiers pour la base de données	
R	Traitement des fichiers pour les analyses statistiques	

II - 2 - Crédation de la base de données

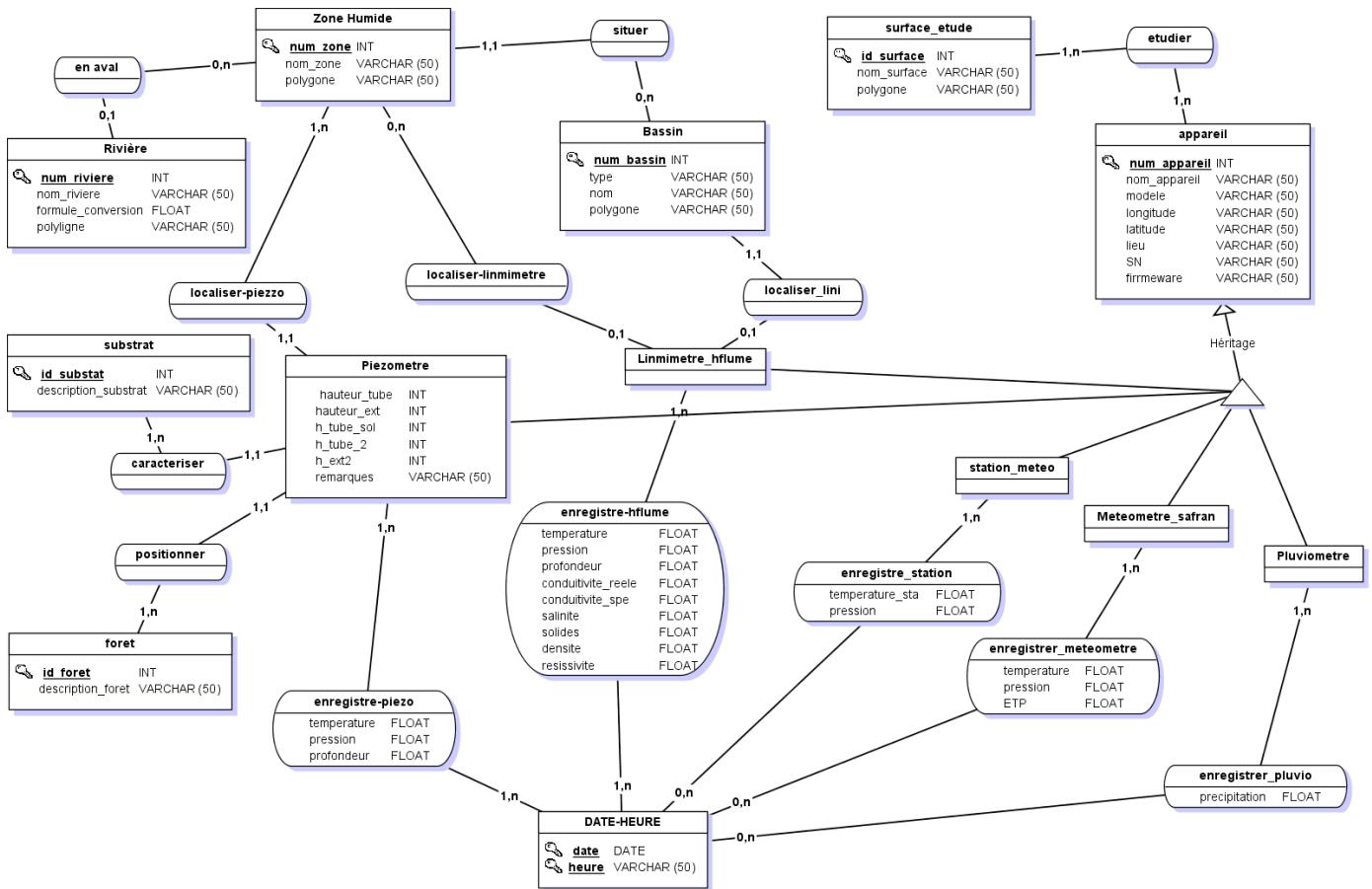


Figure n°4 : Modèle conceptuel des données (MCD)

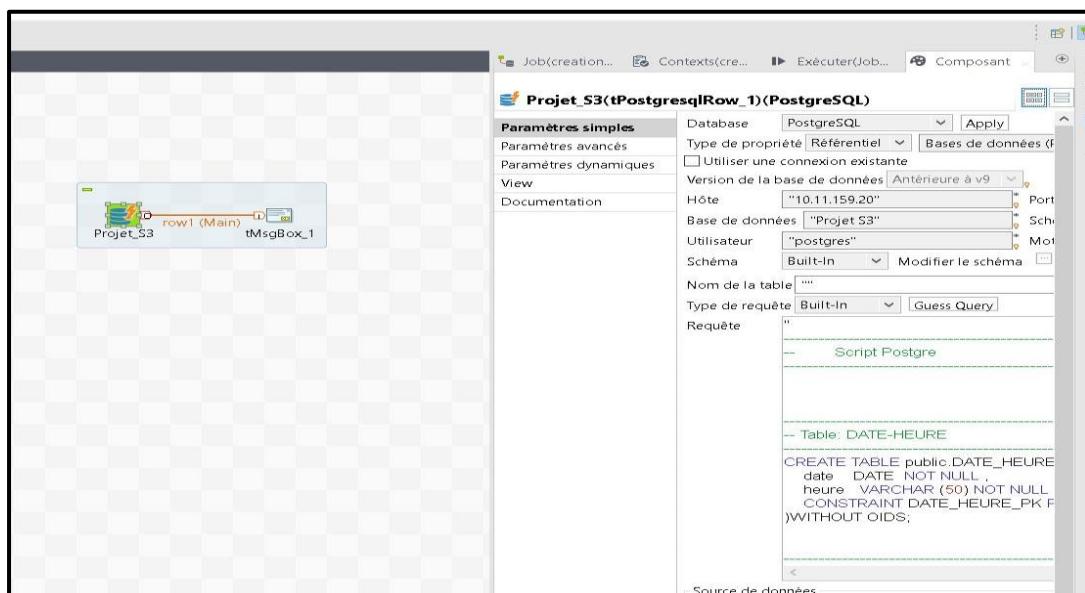


Figure n°5 : Job de création des tables dans la base de données

CHAPITRE III : Traitements des données de SAFRAN

III - 1 - Température

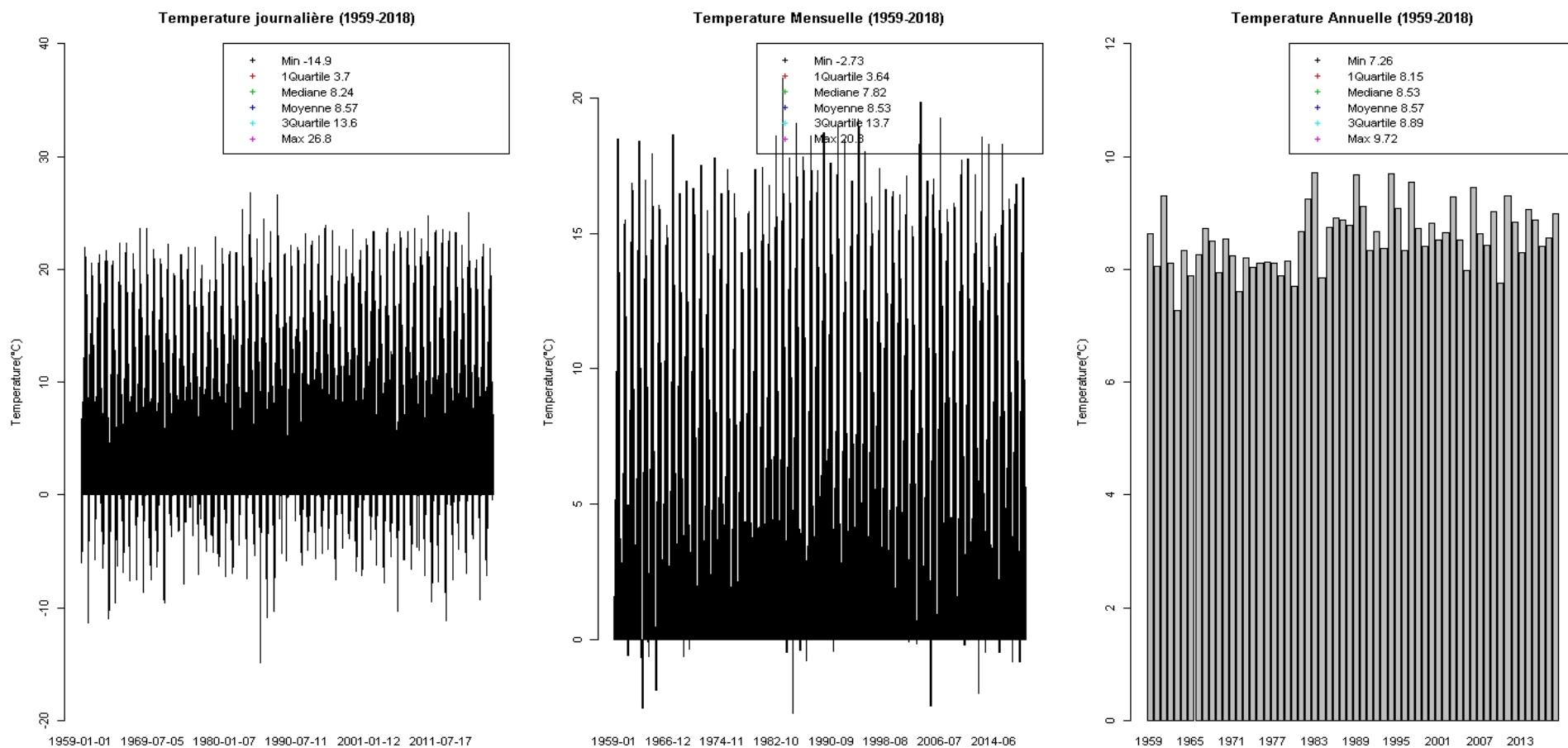


Figure n°6 : Graphe de la température (journalière, mensuelle, annuelle) de 1959 à 2018

III - 2 - Évaporation

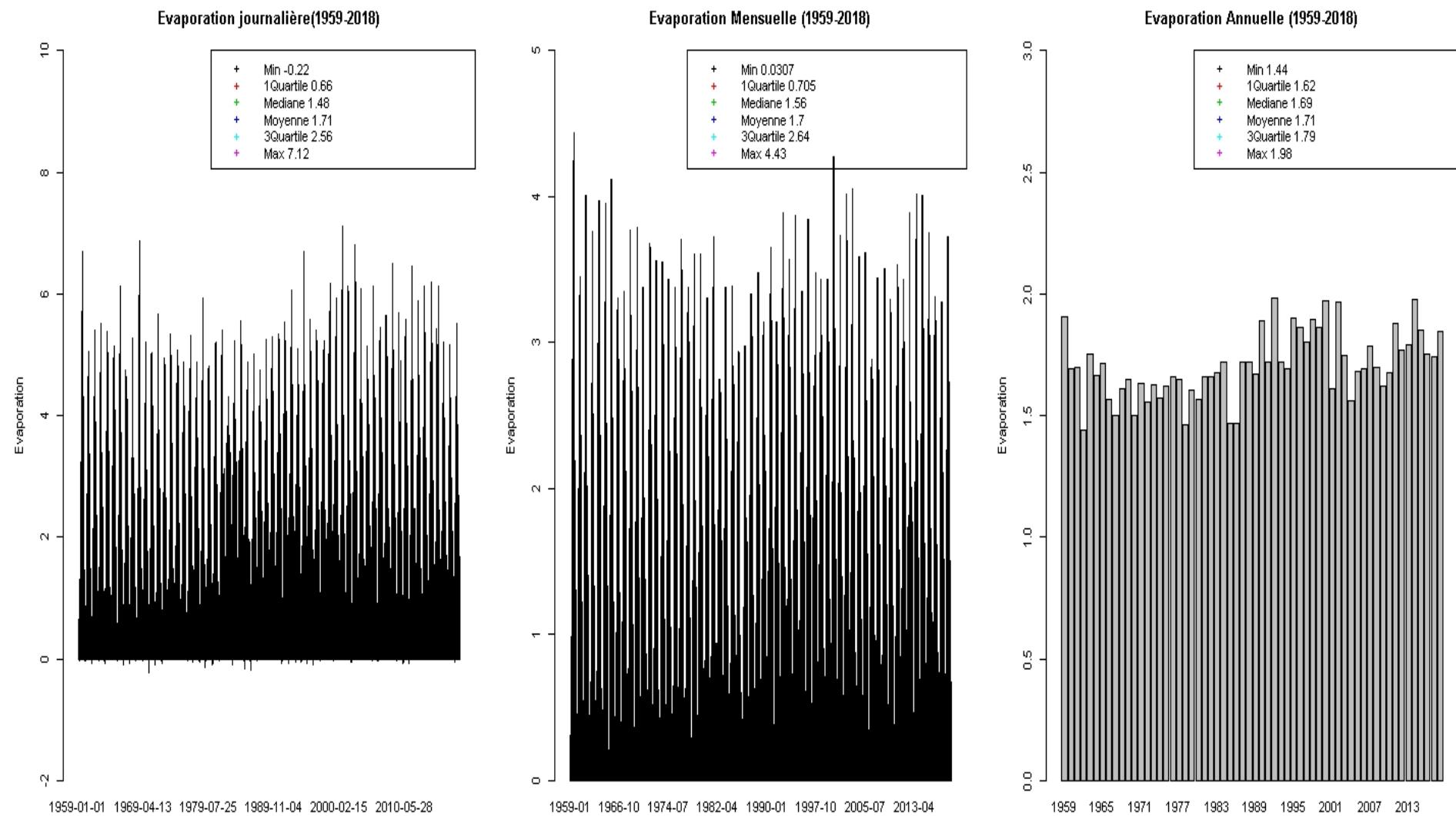


Figure n°7 : Graphe de l'évaporation (journalière, mensuelle, annuelle) de 1959 à 2018

III - 3 - Précipitation

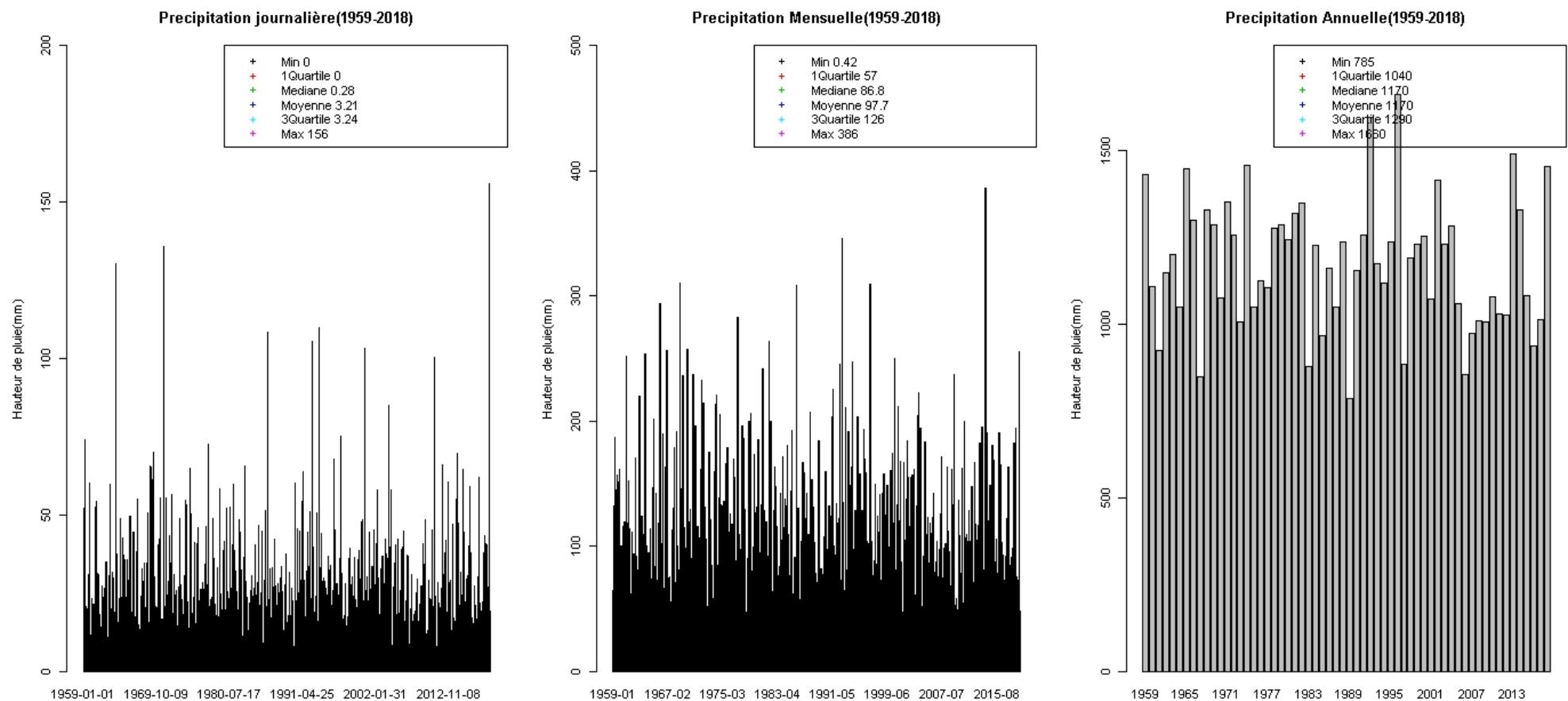


Figure n°8 : Graphe de la précipitation (journalière, mensuelle, annuelle) de 1959 à 2018

III - 4 - Commentaire général

Température : les variations saisonnières selon deux grandes périodes : l'une de forte chaleur ($20,8^{\circ}\text{C}$) qui s'installe à partir de Printemps et se poursuit jusqu'en Été, l'autre avec une fraîcheur relative ($-2,73^{\circ}\text{C}$) qui s'étend de l'Automne à l'hiver où les températures sont très basses.

Évaporation : L'évolution de l'évaporation suit la même tendance similaire à celle de la température. Le mois de janvier est caractérisé par une évaporation mensuelle minimale de 0,4 mm à l'opposé du mois de juin avec une évaporation mensuelle maximale de 3,5 mm.

Précipitation : L'automne et l'hiver sont caractérisés par des précipitations bien plus importantes qu'en été.

III - 5 - Diagramme Ombrothermique de 1959 -2018

Elle est tracée sur la condition de $P=2T$, elle permet de caractériser le climat de la zone d'étude sur 59 ans.

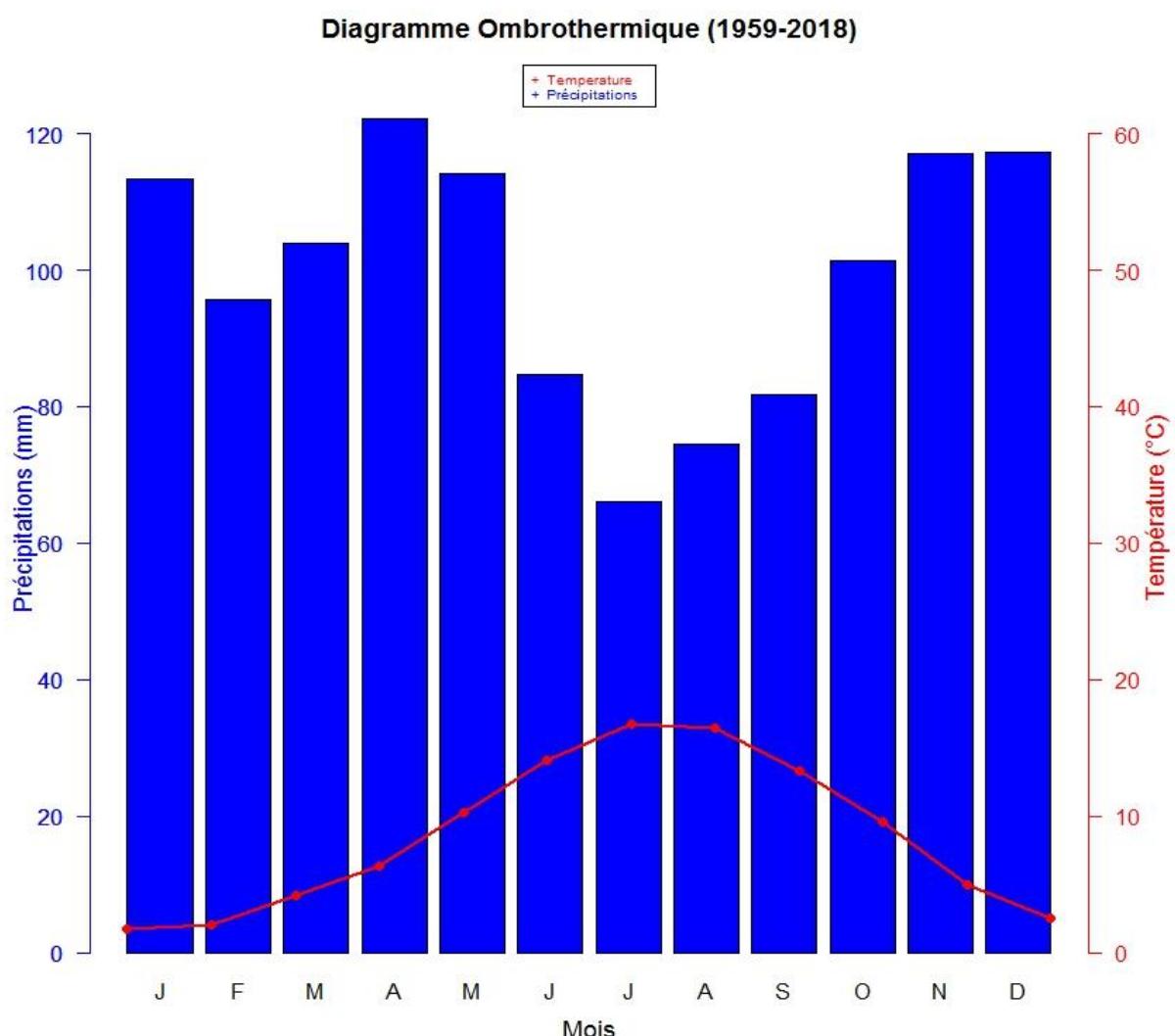


Tableau n°2 : Analyse du digramme ombrothermique

Selon la classification de Koppen, qui est une classification des climats fondée sur les précipitations et les températures (Annexe N° 1).

Météo/SAFRAN (PUYVALADOR : 20 km)		
1959-2018		
Température	Température maximale	16,77 °C (juillet/ÉTÉ)
	Température min	1,78 °C (janvier/HIVER)
	Amplitude thermique	14,98 (faible)
	Température moyenne	8,52 °C
	Nombre de mois <0 °C	0 mois négatifs
Précipitation	Somme Précipitations	1 192 118 mm
	Mois où maximum de Précipitation	Avril (122,25 mm)
	Nombre de « mois secs »	0 mois secs
Analyse	Hémisphère N/S/Eq.	Sud
	Détermination du climat	Tempéré

III - 5 - b - Commentaire de diagramme Ombrothermique

La période de 1959 à 2018 qui constitue une période de « **normalité** » sur 59 ans, est caractérisée par une température moyenne de forte chaleur qui couvre le printemps jusqu'en été, puis une baisse de chaleur (fraîcheur) qui s'installe de l'automne jusqu'en hiver.

La zone d'étude a été bien arrosée durant la période 1959 à 2018, les précipitations sont bien importantes en automne et hiver, importantes en printemps qu'en été.

Le mois de janvier est caractérisé par une température moyenne minimale de 1,78 °C, alors que le mois de juillet est doublement caractérisé par une température moyenne maximale de 16,8 °C et une hauteur minimale de précipitation de 66,11mm, on le qualifie « **le mois sec** », à l'opposé du **mois humide** qu'est le mois d'avril avec un record maximal de précipitation 122,2 mm.

Suite à ses analyses, le régime de la zone d'étude est qualifié pluvio-nival, qui est un régime hydrologique présentant une tendance dominante de régime pluvial complétée par un apport nival. Il se caractérise par :

- Une période de hautes eaux en automne -hiver, lié aux précipitations ;
- Puis un débit qui se renforce au printemps lors de la fonte des neiges (les pluies automnales font ensuite remonter rapidement le niveau d'eau, qui est maximum au printemps lors de la fonte des neiges).

III - 6 - Proposition des hypothèses sur les tendances des trois paramètres climatiques

Les paramètres température et évaporation sont dépendantes, car ils évoluent ensemble et ces derniers sont indépendants de la précipitation.

III - 7 - Comparaison des températures locales avec celles du modèle de SAFRAN

III - 7 - a - Les indicateurs utilisés

- **RMSE**

La racine carrée de cette moyenne (RMSE) permet de calculer la distance entre les valeurs prédites (ou estimées) et les vraies valeurs (locales) dans le but de relever les erreurs de mesures.

- Le **RMSE sera petit**, Si les réponses prédites sont très proches des réponses vraies.
- Le **RMSE sera grand**, si les réponses prédites sont différentes considérablement des réponses vraies (du moins pour certaines observations).
- Le **RMSE sera nul**, s'il a un ajustement parfait des données.

- **Coefficients de Pearson**

Le coefficient de Pearson (**r**) permet de déterminer à quel point les valeurs prédites (ou estimées) sont corrélées aux vraies valeurs.

- Si r est nul, donc pas de corrélations
- Si r est proche de 1, il a une corrélation

III - 7 - b - Analyse des résultats

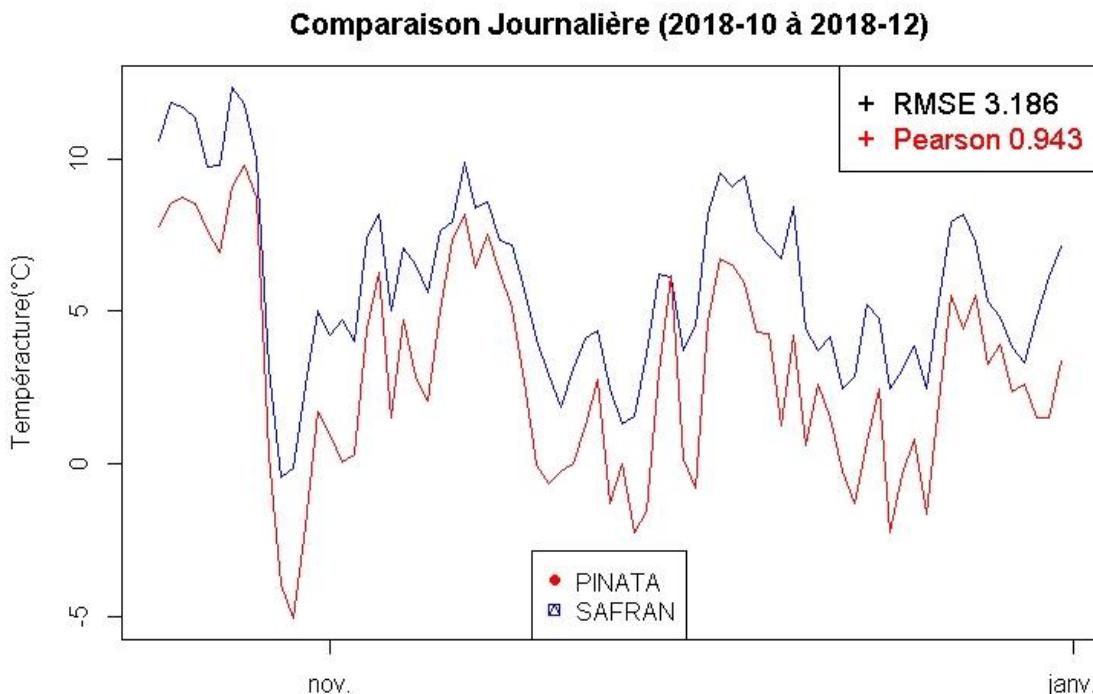


Figure n°9 : Comparaison température journalière locale à celle du modèle SAFRAN

III - 7 - c - Interprétation des résultats

Le RMSE étant grand, les deux courbes de température sont différentes considérablement du moins pour certaines observations.

Le coefficient de corrélation de Pearson indique une relation de variabilité largement positive entre les deux courbes de température en fonction du temps.

Il ressort de cette analyse un changement climatique principalement au niveau de température.

III - 8 - Comparaison des pluies locales avec celles du modèle de SAFRAN

III - 8 - a - Les indicateurs utilisés

Les données locales des pluies sont enregistrées selon des dates différentes de celle des données de SAFRAN, donc notre outil de comparaison se limitera au mois de décembre 2018.

III - 8 - b - Analyse des résultats

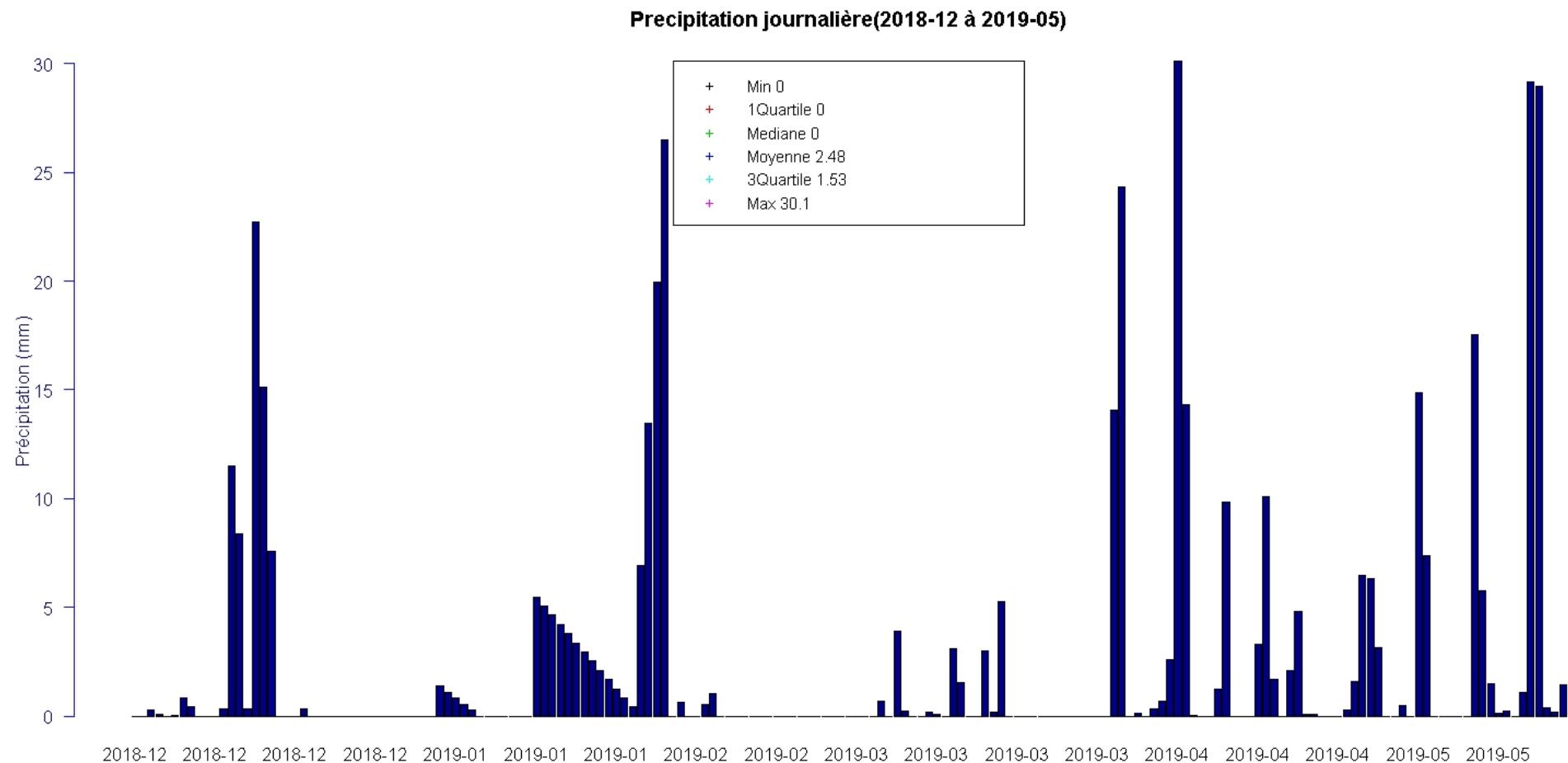


Figure n°10 : Histogramme des pluies locales

Comparaison Journalière (2018-12-01 à 2018-12-31)

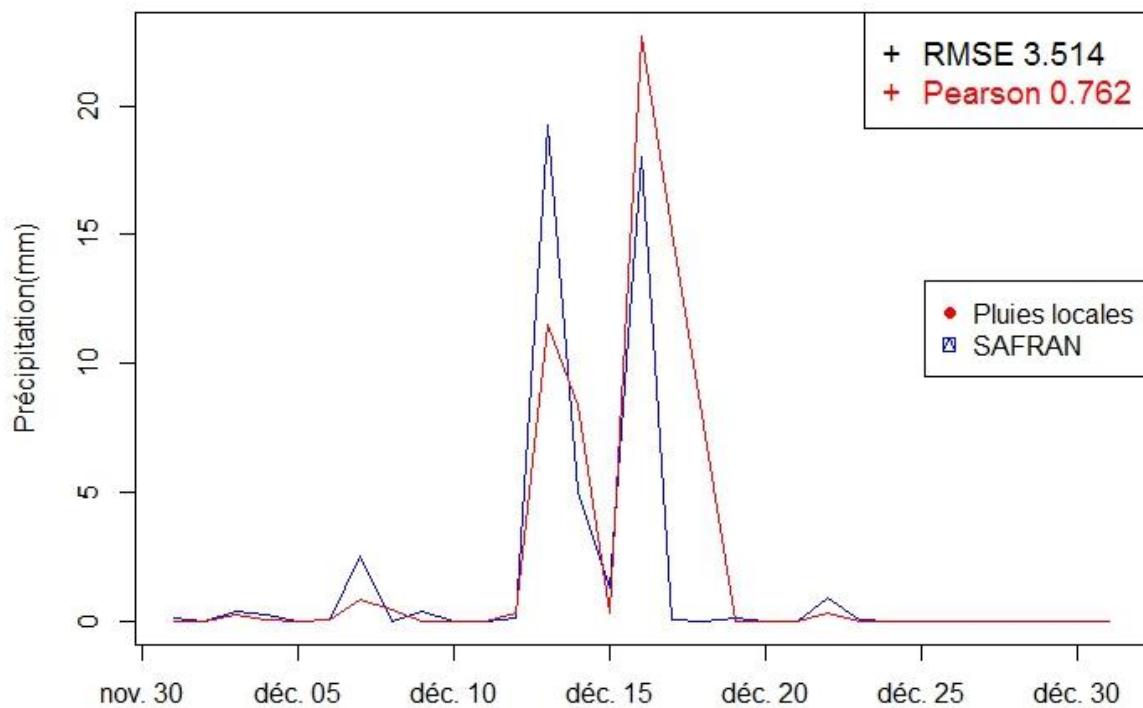


Figure n°11 : Comparaison précipitation journalière locale à celle du modèle SAFRAN

III - 8 - c - Interprétation des résultats

Le RMSE étant grand, les deux courbes de précipitation sont différentes considérablement du moins pour certaines observations.

Le coefficient de corrélation de Pearson indique une relation de variabilité largement positive entre les deux courbes de précipitation en fonction du temps.

Il ressort de cette analyse un changement climatique principalement au niveau de la précipitation.

III - 9 - Test de normalité

III - 9 - a - Choix du test de normalité

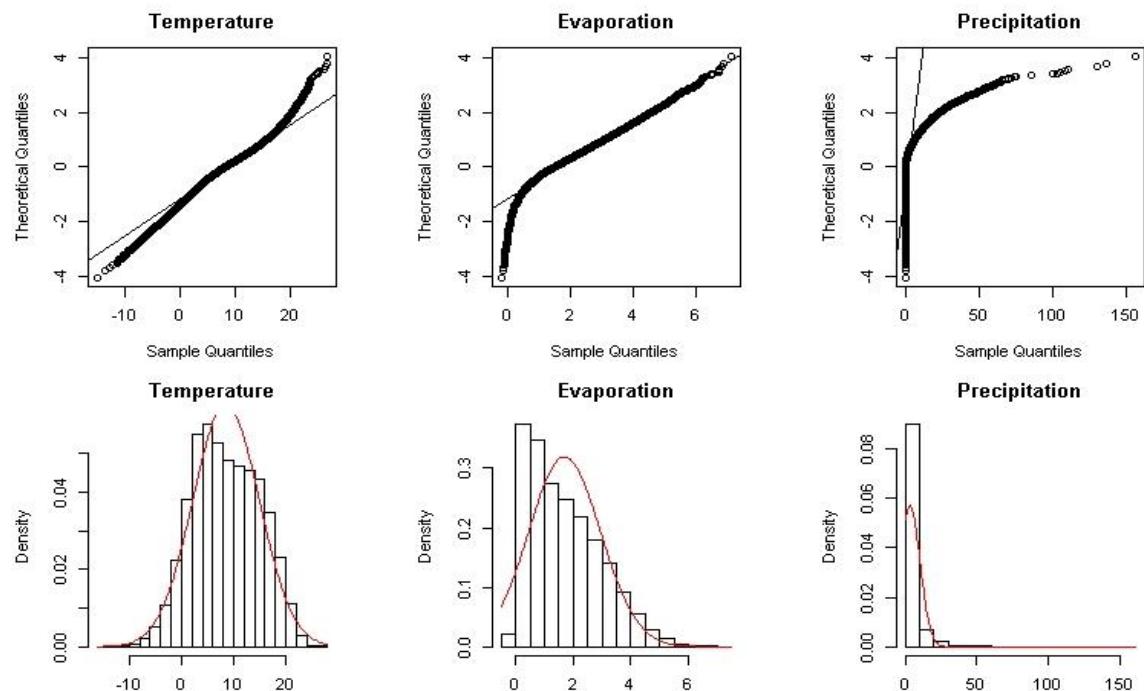


Figure n°12 : QQ-plot et histogramme des données SAFRAN

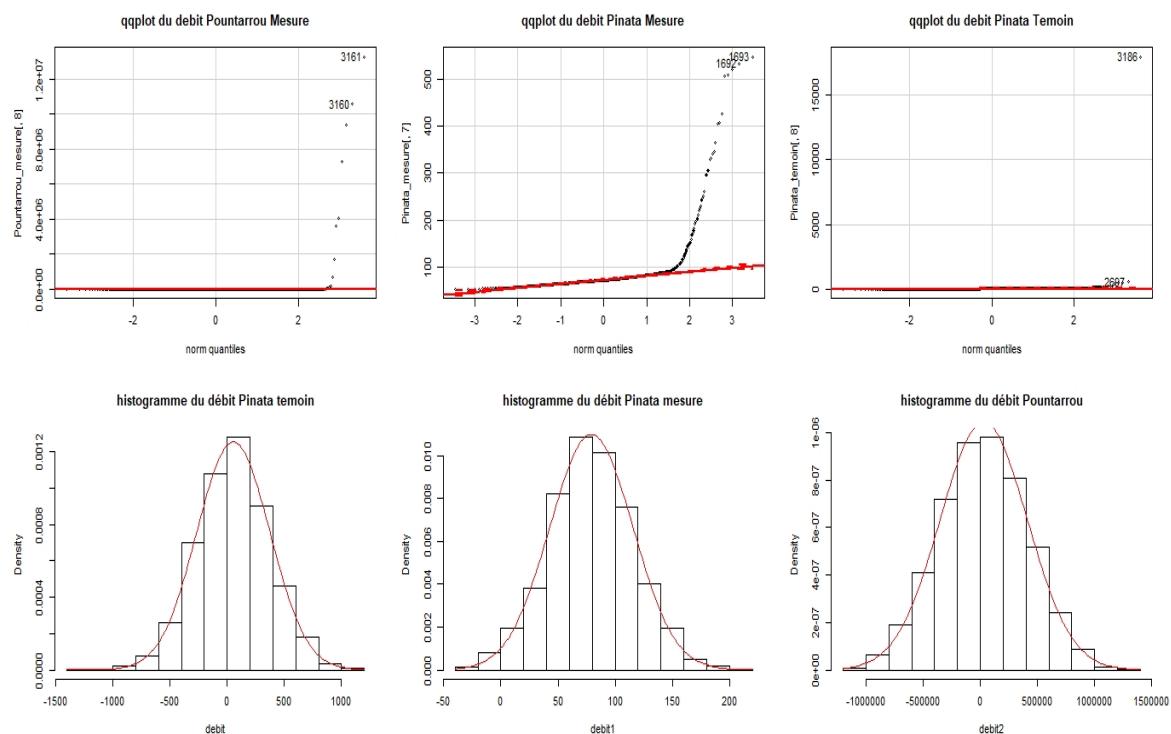


Figure n°13 : QQ-plot et histogramme des débits

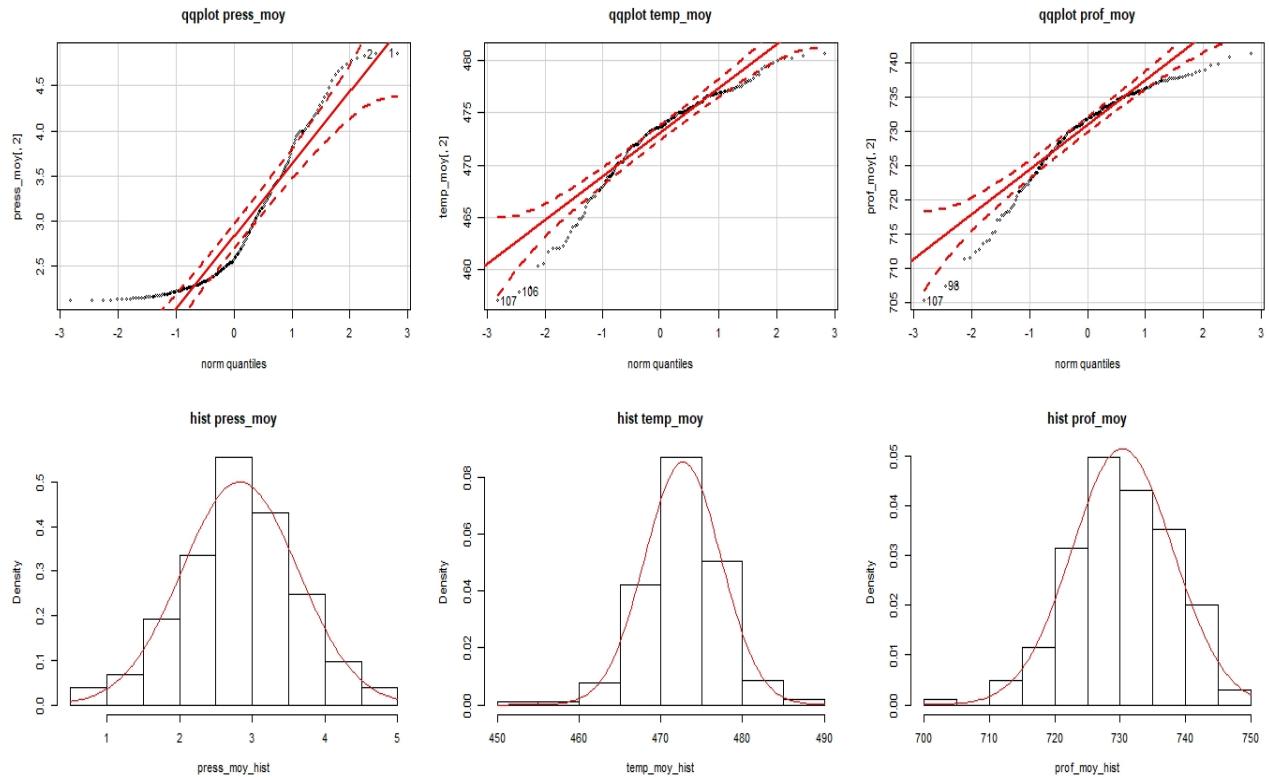


Figure n°14 : QQ-plot et histogramme des piézomètres

III - 9 - b - Les résultats de test de normalité

Ce test de normalité a été réalisé par la méthode de Kolmogorov Smirnov sur plusieurs variables que sont la température, la pluie, l'évaporation, la pression moyenne, la température moyenne et enfin la profondeur moyenne des piézomètres.

D'après le tableau ci-dessous, nous pouvons voir que ces variables ne suivent pas la normalité ce qui vérifie la non-normalité au niveau des différents graphiques générés précédemment.

Tableau n°3 : Récapitulatif des résultats des tests de normalité

Variables	Résultat test	Pvalue	Test	Commentaire
Température	0,041 235 895 728 916 7	0	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0
Pluie	0,322 983 356 111 629	0	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0
Évaporation	0,086 584 686 925 142 2	0	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0
Pression piézomètre	0,167 961 375 051 075	1,51265263078626e-05	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0
Température piézomètre	0,121 298 062 150 731	0,004 266 426 277 068 75	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0
Profondeur piézomètre	0,131 577 235 210 663	0,001 439 432 142 078 09	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0
Débit Pinata témoin	0,464 037 914 537 373	0	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0
Débit Pinata mesuré	0,313 625 558 450 913	0	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0
Débit Pountarrou	0,504 476 563 049 925	0	One-sample Kolmogorov-Smirnov test	Rejet de H0

III - 10 - Test d'égalité de moyennes

✓ Hypothèses de test

H0 : il y'a égalité de moyenne dans le groupe

H1 : non H0

Commentaire : les tests sont significatifs du coup rejet de tous les l'hypothèse nulle donc le il n'y a pas une égalité de moyenne dans tous les groupes des piézomètres de toutes les variables (pression, température et profondeur).

III - 10 - a - Test d'égalité de moyenne ZH-101

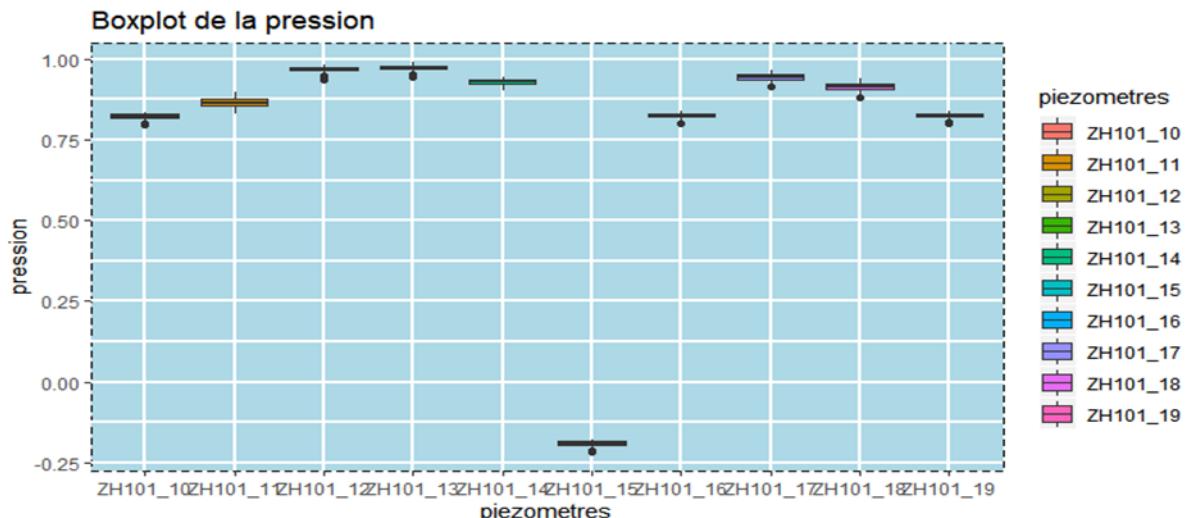


Figure n°15 : Boxplot de la pression au niveau ZH 101

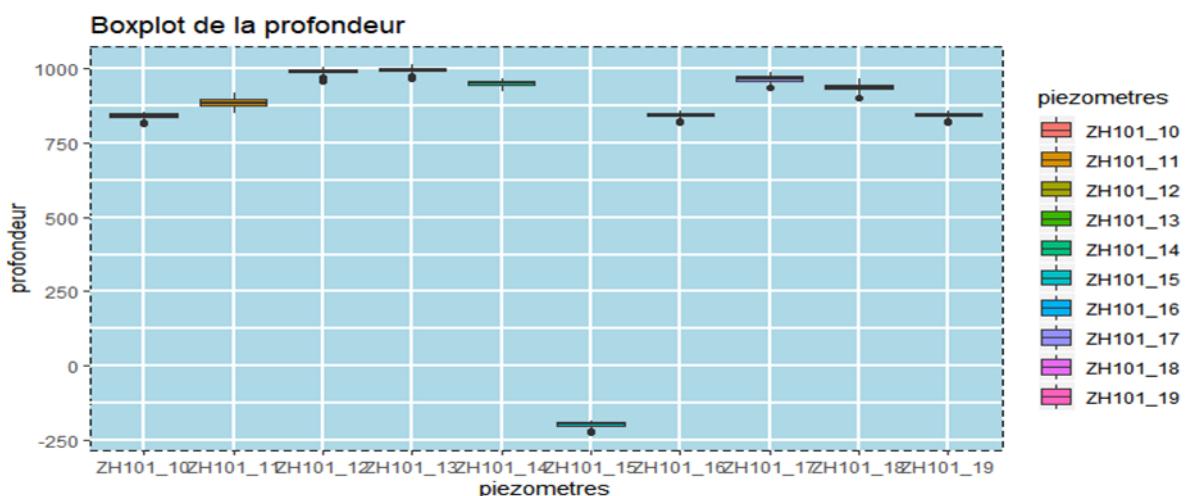


Figure n°16 : Boxplot de la profondeur au niveau ZH 101

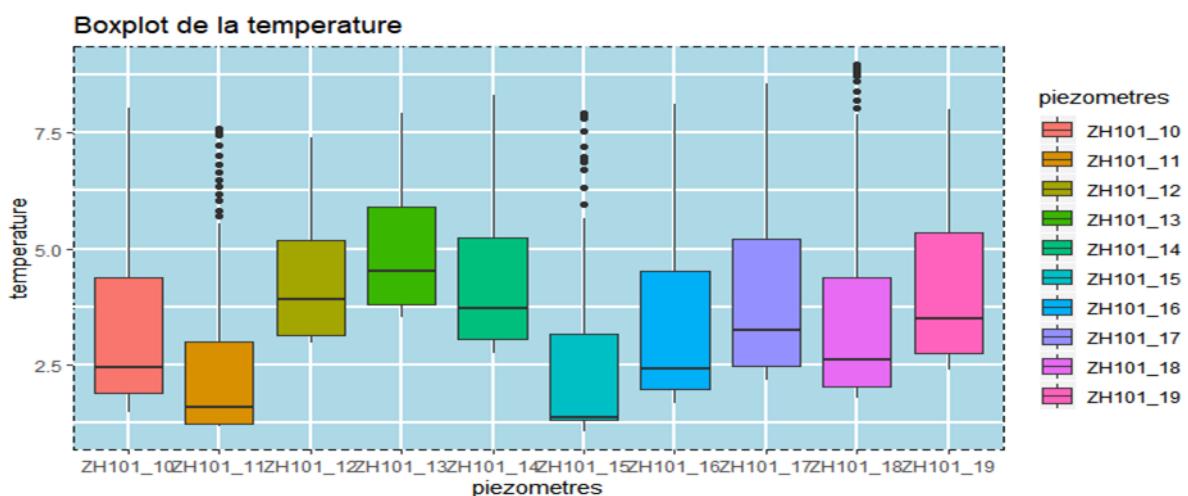


Figure n°17 : Boxplot de la température au niveau ZH 101

III - 10 - b - Test d'égalité de moyenne ZH-102

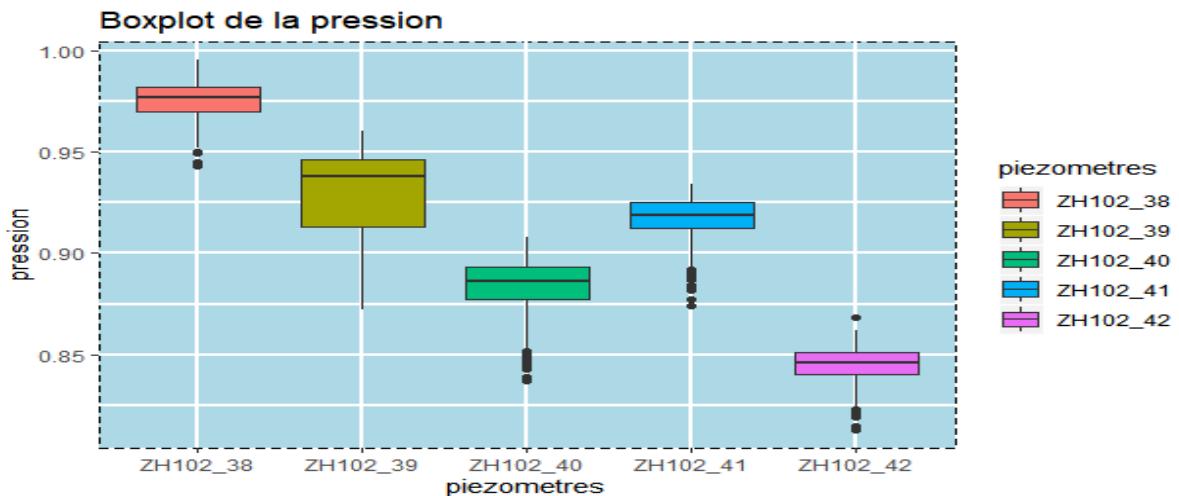


Figure n°18 : Boxplot de la pression au niveau ZH 102

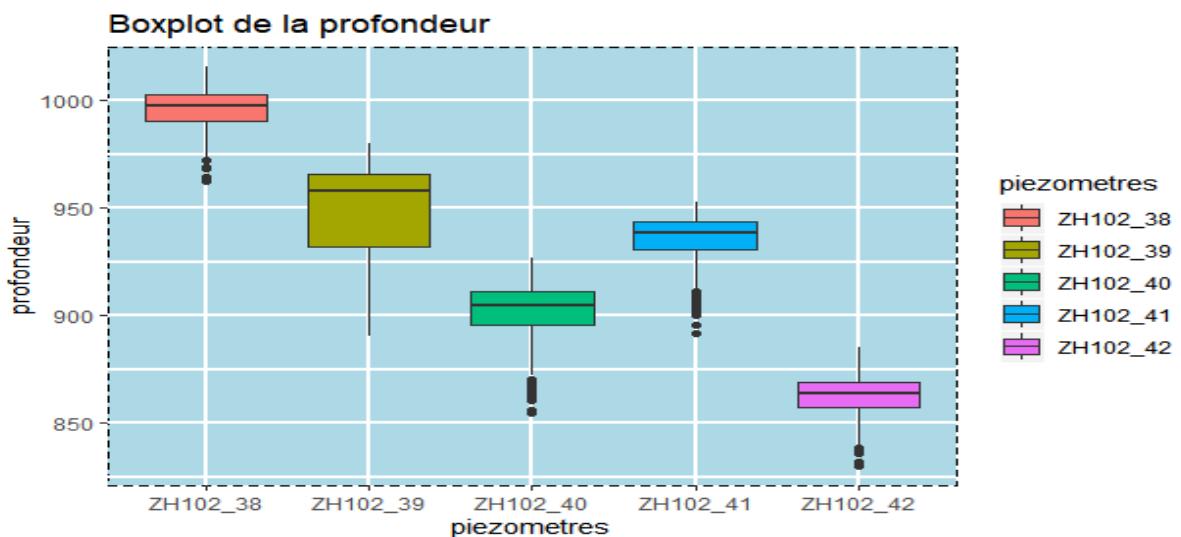


Figure n°19 : Boxplot de la profondeur au niveau ZH 102

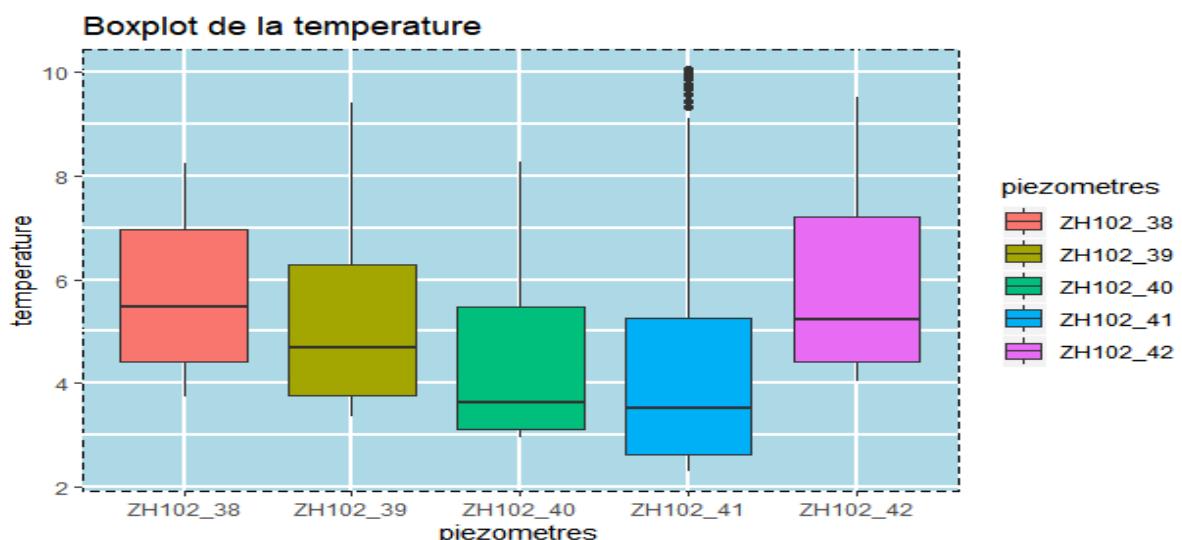


Figure n°20 : Boxplot de la température au niveau ZH 102

III - 10 - c - Test d'égalité de moyenne ZH-103

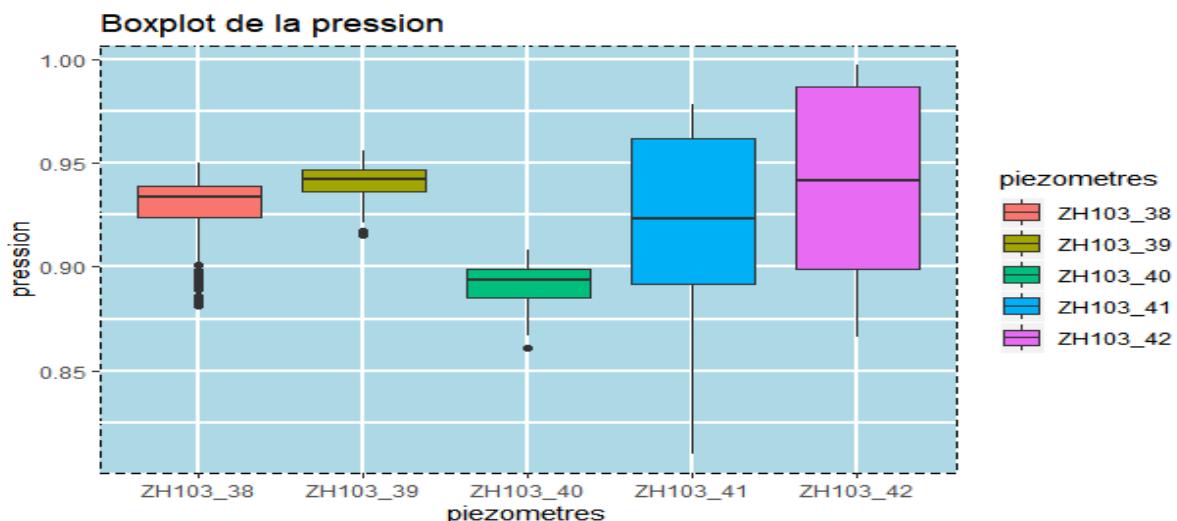


Figure n°21 : Boxplot de la pression au niveau ZH 103

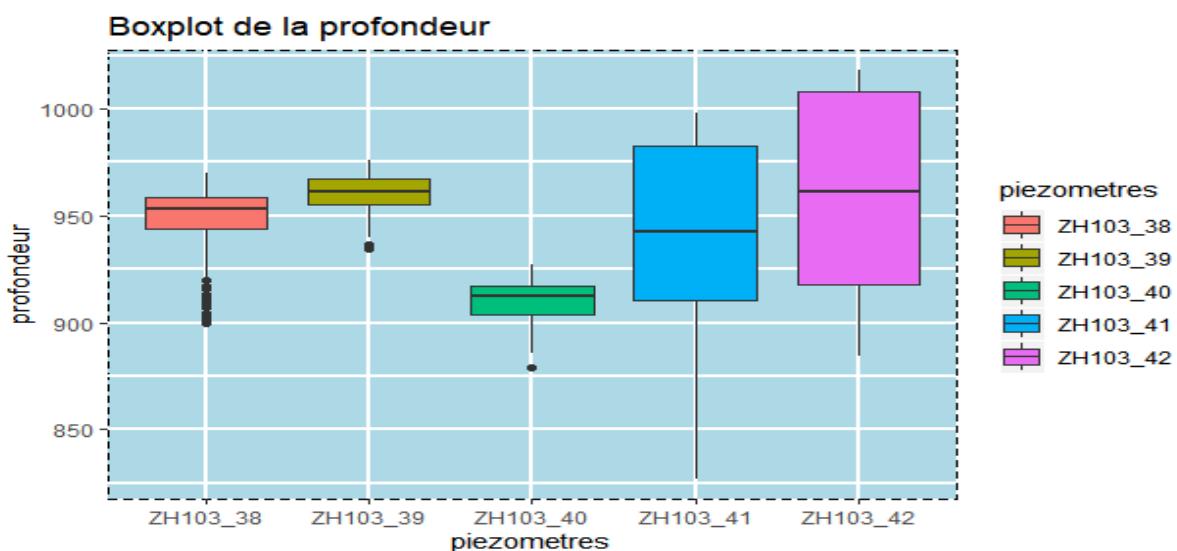


Figure n°22 : Boxplot de la profondeur au niveau ZH 103

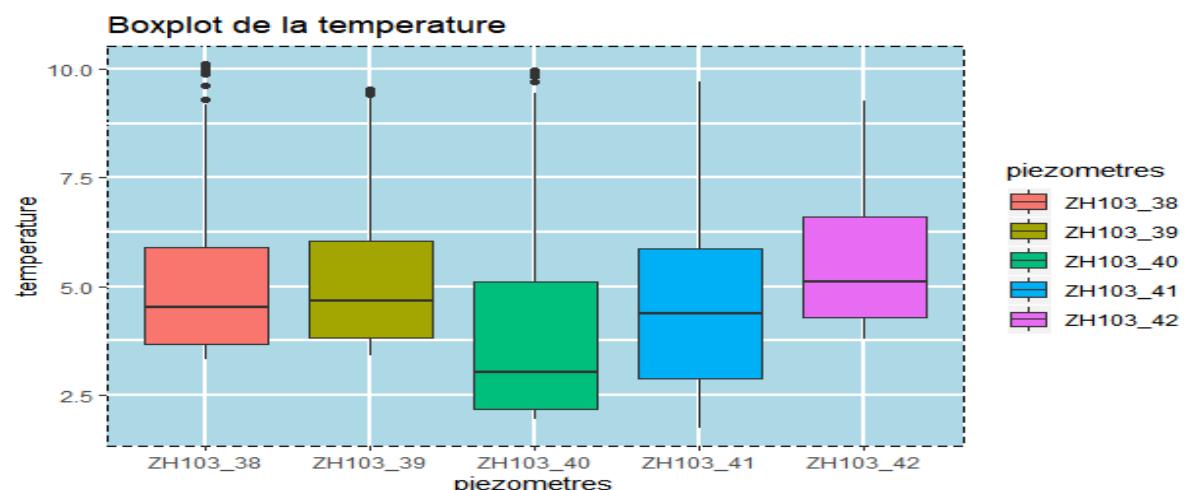


Figure n°23 : Boxplot de la température au niveau ZH 103

III - 10 - d - Test d'égalité de moyenne ZH-104

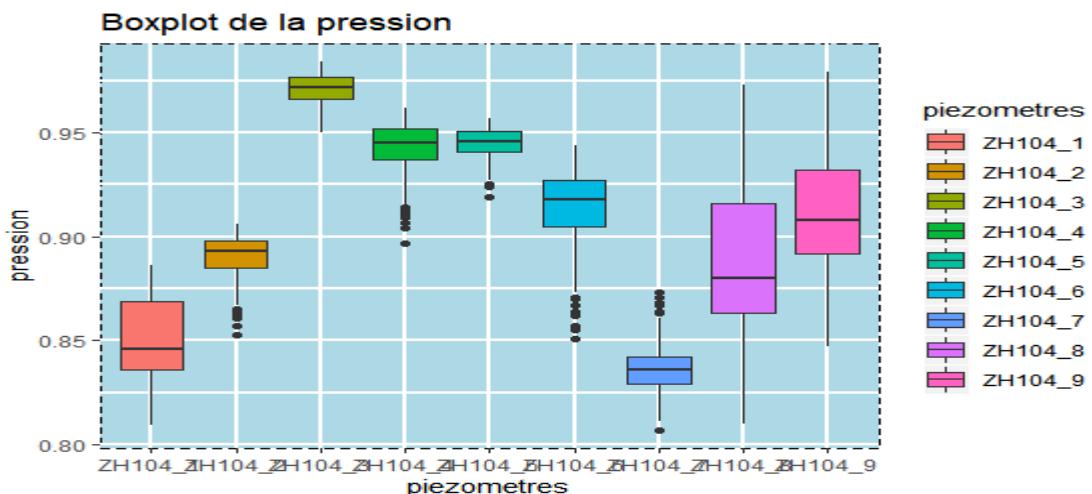


Figure n°24 : Boxplot de la pression au niveau ZH 104

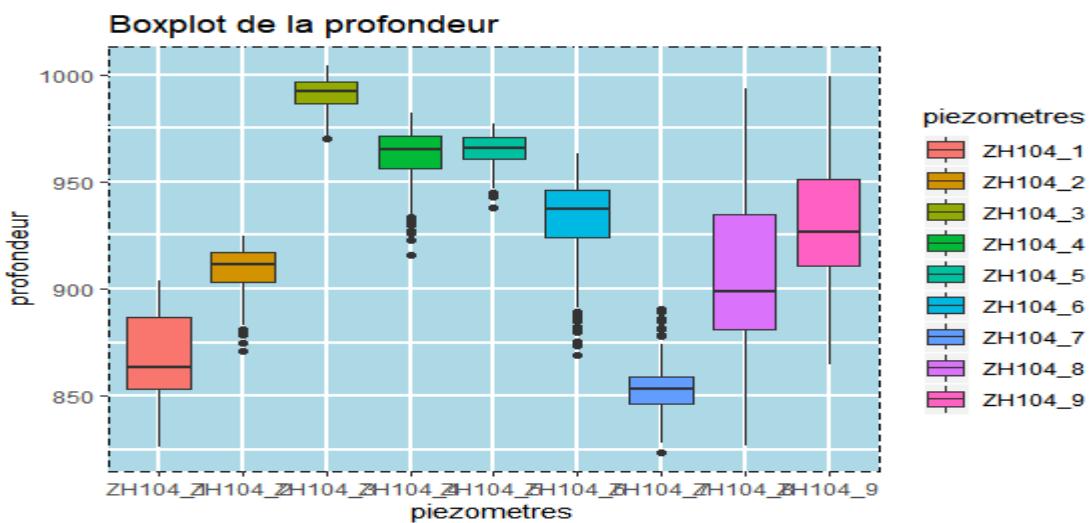


Figure n°25 : Boxplot de la profondeur au niveau ZH 104

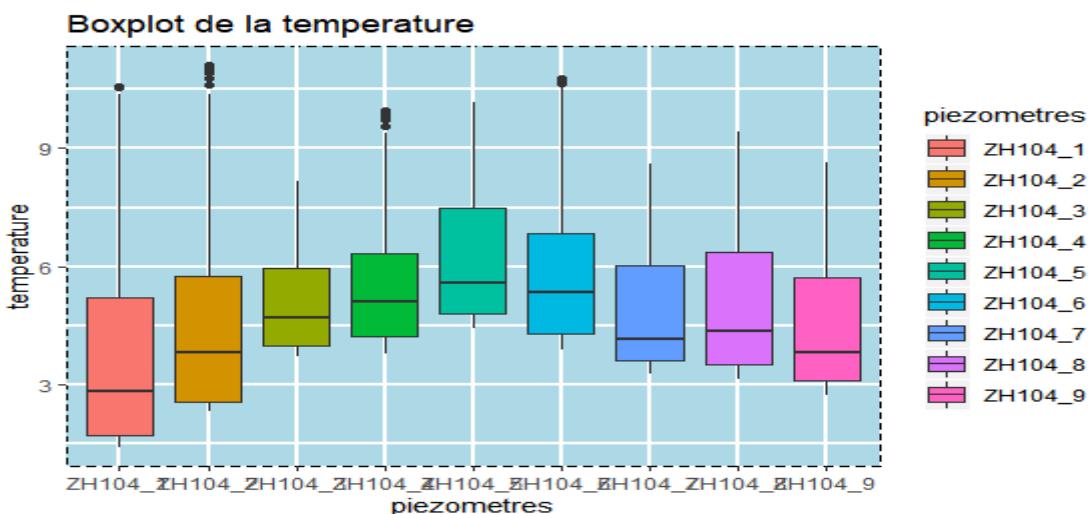


Figure n°26 : Boxplot de la température au niveau ZH 104

III - 10 - e - Test d'égalité de moyenne ZH-105

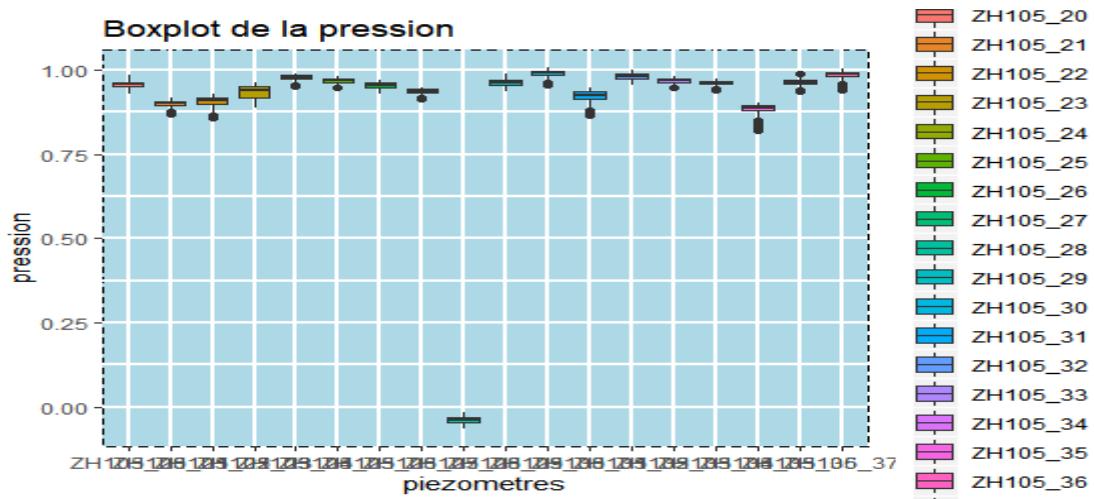


Figure n°27 : Boxplot de la pression au niveau ZH105

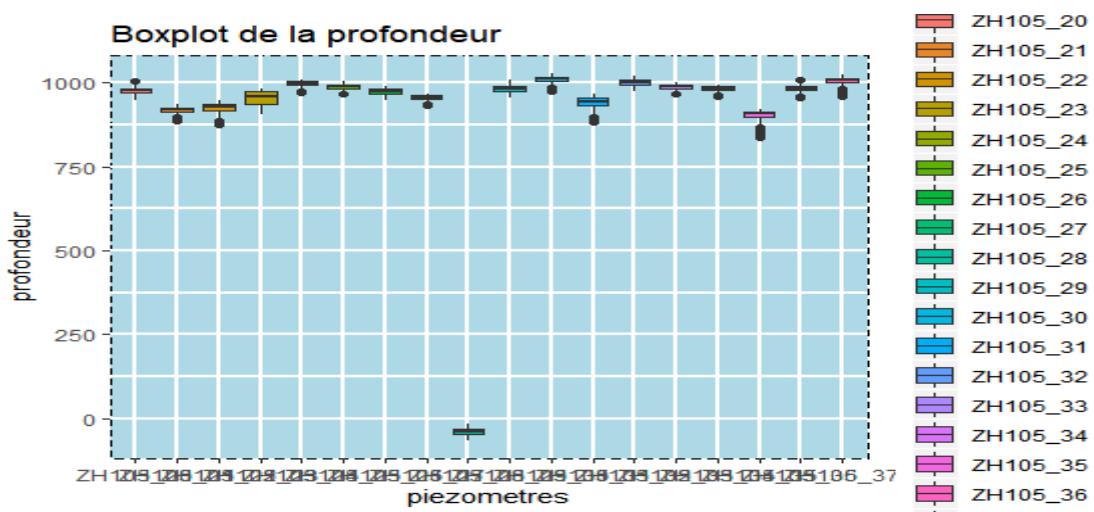


Figure n°28 : Boxplot de la profondeur au niveau ZH105

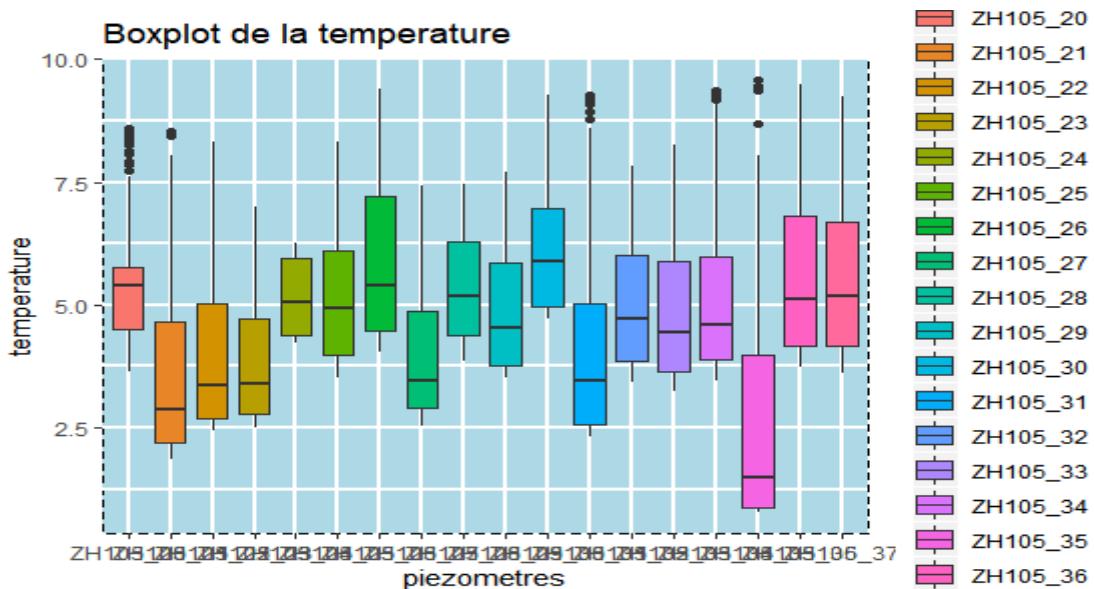


Figure n°29 : Boxplot de la température au niveau ZH 105

Commentaire : nous pouvons constater qu'à partir de ces boites à moustache que la pression est proportionnelle à la profondeur c'est-à-dire qu'une augmentation de la pression entraîne forcément l'augmentation de la profondeur et vise vers ça.

Quant aux températures représentées dans les différentes boites à moustache, nous observons qu'elles sont relativement faibles avec des températures médianes qui ne dépassent pas les six degrés ce qui peut être expliqué par la période choisie pour l'étude du projet (entre octobre 2018 et mai 2019) période où les températures ne sont pas très élevées.

CHAPITRE IV : Statistiques multivariées

IV - 1 - Étude du changement climatique

IV - 1 - a - Décomposition des données de Température de SAFRAN

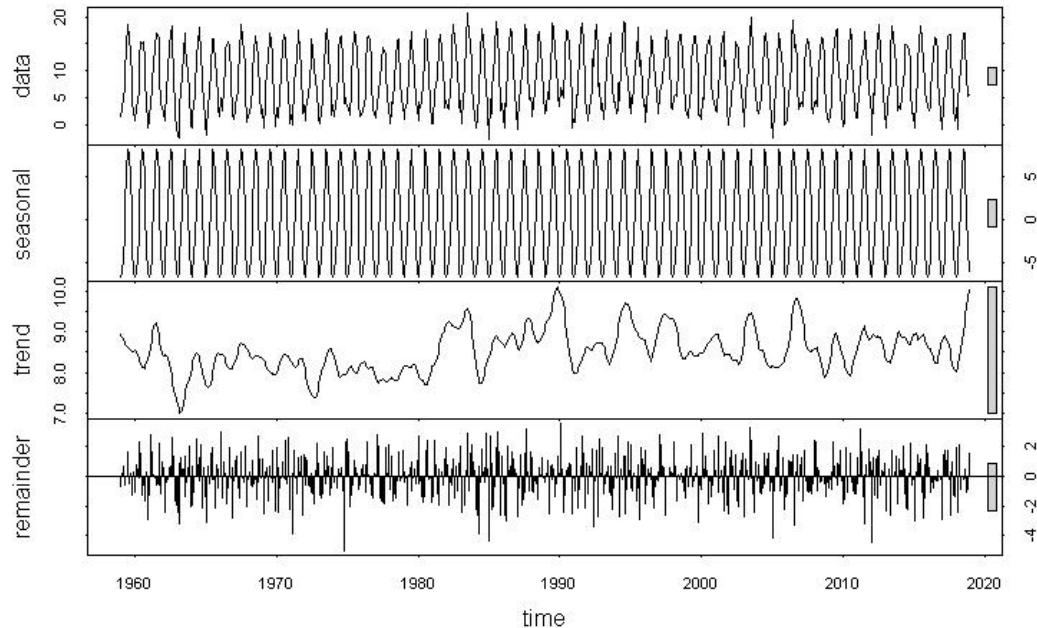


Figure n°30 : Décomposition de la température (SAFRAN : 1959 – 2018)

IV - 1 - b - Test de normalité sur les résidus issus de la décomposition

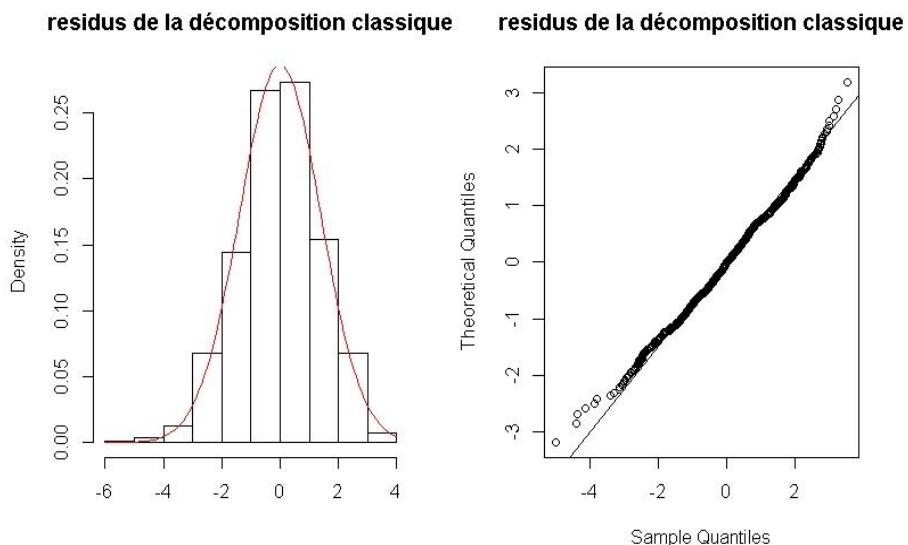


Figure n°31 : Test de normalité sur les résidus issus de la décomposition

Commentaire : les résidus issus de la décomposition suivent une normalité donc une sureté pour prédire les données.

IV - 1 - c - Modélisation des tendances et périodicités

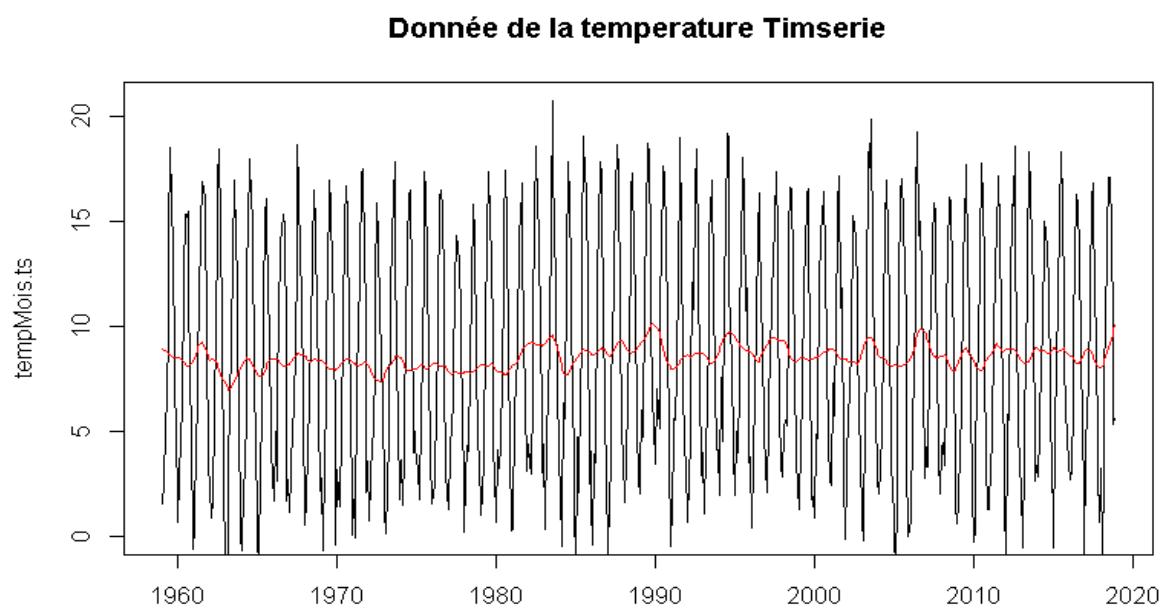


Figure n°32 : Visualisation des tendances et périodicités

IV - 1 - d - Modèle de Prévision

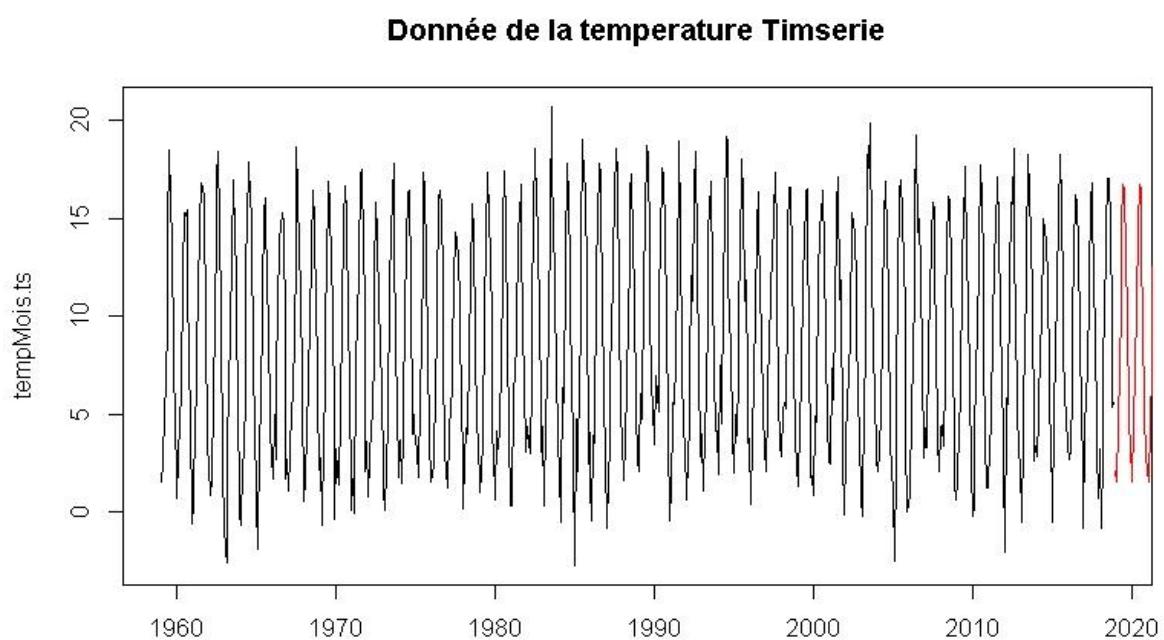


Figure n°33 : Modèle de prévision

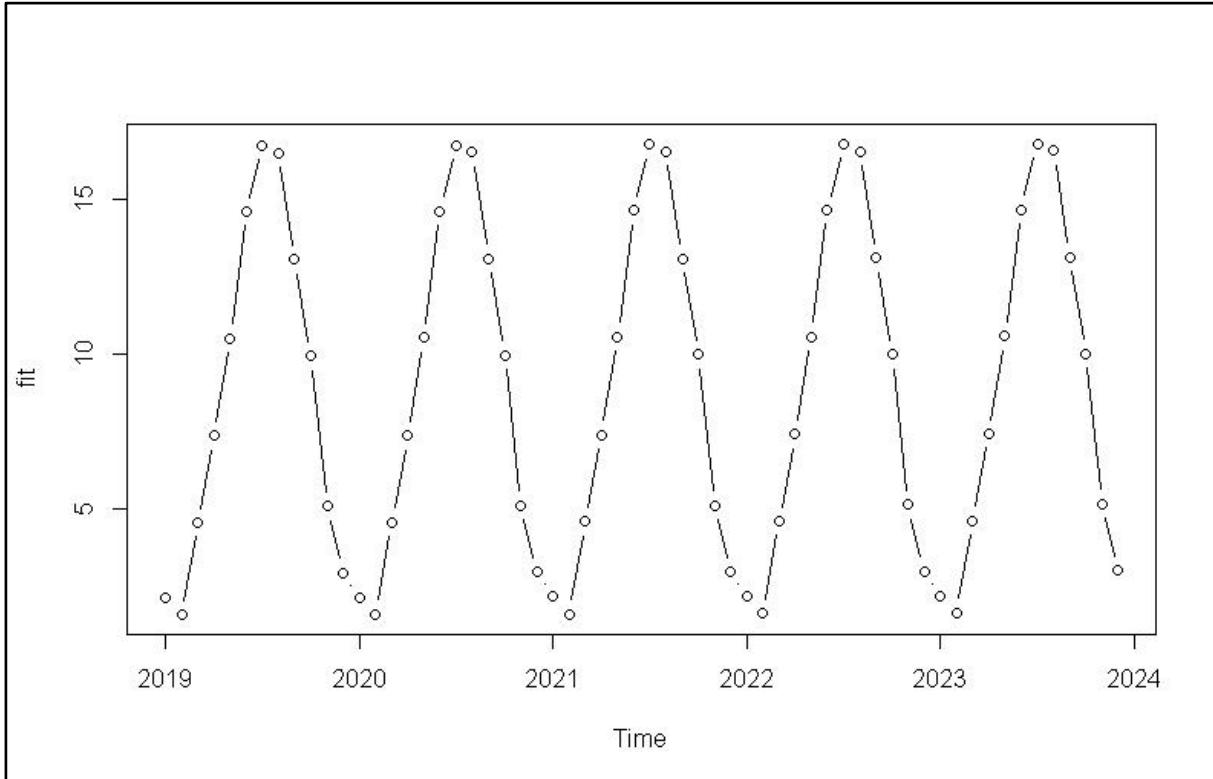


Figure n°34 : Visualisation des prévisions

IV - 1 - e - Changement climatique local

Pour quantifier les écarts entre les prévisions et les réalisations, nous avons calculé le RMSE (Root Mean Square Error) sur 3 Mois (d'octobre à décembre) et le résultat est de 3,3.

Le RMSE n'étant pas trop grand, les réponses prédites sont peu différentes du moins pour certaines observations.

IV - 2 - Étude du SPI

L'indice de précipitation normalisé (SPI) est un indice largement utilisé pour caractériser la sécheresse météorologique sur plusieurs échelles de temps. Sur de courtes périodes, le SPI est étroitement lié à l'humidité du sol, tandis qu'à plus long terme, il peut être lié à la nappe phréatique et au stockage dans les réservoirs. Il quantifie les précipitations observées en tant que différence normalisée par rapport à une fonction de distribution de probabilité sélectionnée qui modélise les données de précipitations brutes.

Avec des données de SAFRAN, nous avons généré des séries de données sur des périodes

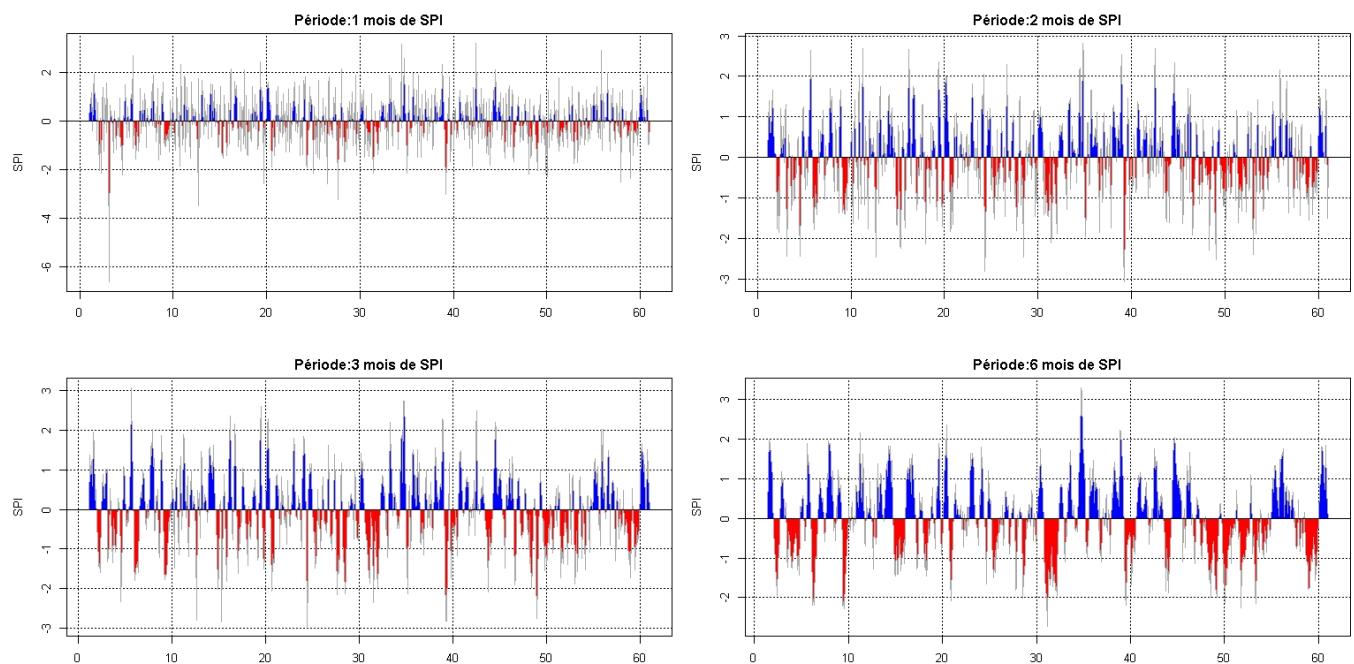


Figure n°35 : L'indice de précipitation normalisé (SPI) de 1 mois à 6 mois

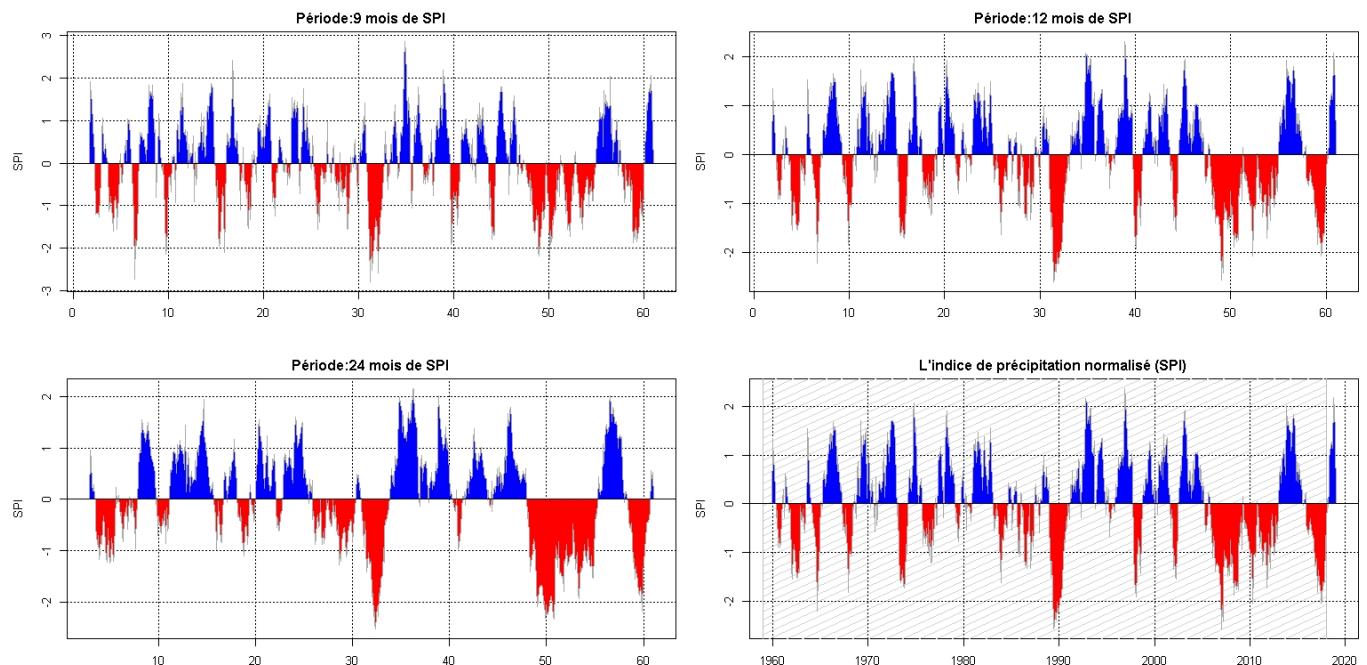


Figure n°36 : L'indice de précipitation normalisé (SPI) de 9 mis à 24 mois

IV - 3 - Étude des relations entre variables

IV - 3 - a - Variations verticales journalières par Zone

✓ Couple 1 : Pountarrou

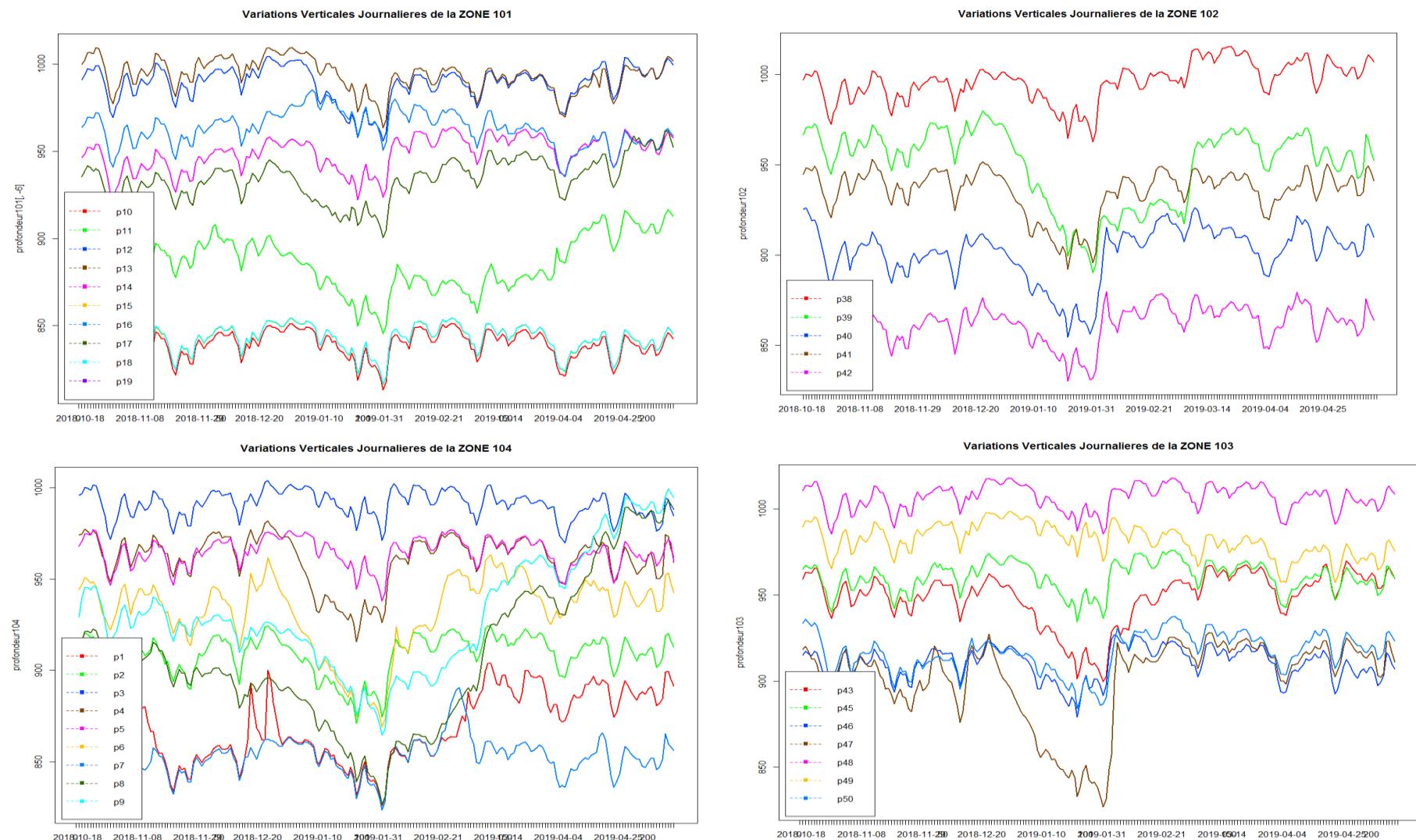


Figure n°37 : Variations verticales journalières des profondeurs des piézomètres dans le bassin Pountarrou

✓ Couple 2 : Pinata

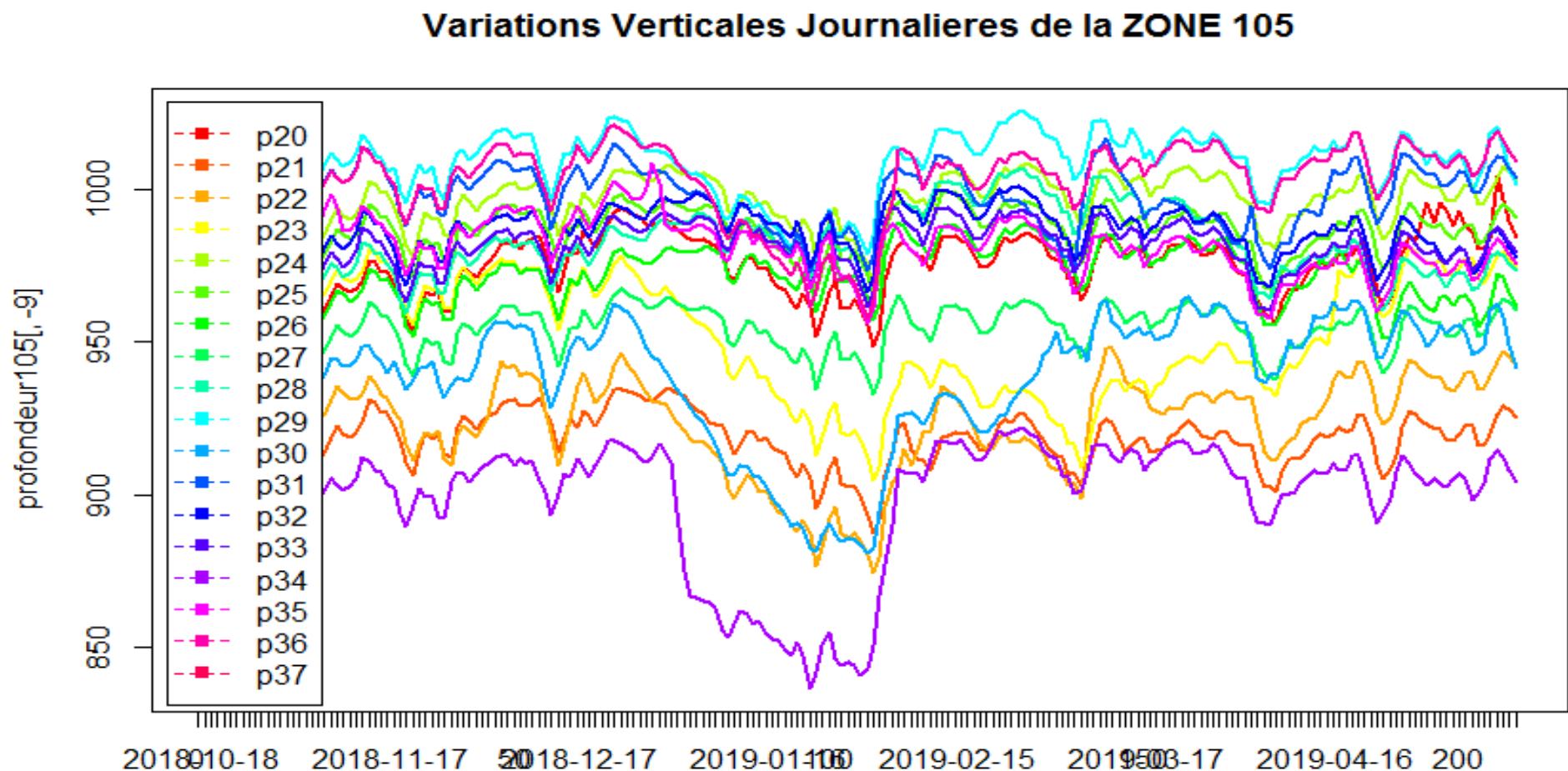


Figure n°38 : Variations verticales journalières des profondeurs des piézomètres dans le bassin Pinata

Commentaire : Au niveau des 2 couples (Pountarrou et Pinata) on constate que toutes les courbes ont la même tendance de variation verticale journalière : du mois d'octobre jusqu'à la moitié du mois de décembre la profondeur varie entre 9 et 10 mètres, elle chute d'environ 10 cm jusqu'au fin de janvier, puis elle reprend son allure de croissance jusqu'au mois d'avril.

IV - 3 - a - Corrélations internes :

Hypothèse d'analyse des corrélations internes : H0 : les piézomètres pour chaque zone sont indépendants, H1 : non H0 (alpha =0,05)

✓ Couple 1 : Pountarrou

Tableau n°4 : Résultat des corrélations internes des profondeurs des piézomètres du bassin Pountarrou

Zone humide 101											Zone Humide 102						
	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19		p38	p39	p40	p41	p42	
p10	1	0,301	0,81	0,836	0,852	1	1	0,73	0,599	1		1	0,573	0,856	0,779	0,876	
p11	0,301	1	0,682	0,435	0,437	0,302	0,293	-0,159	0,624	0,296		0,573	1	0,529	0,712	0,526	
p12	0,81	0,682	1	0,841	0,789	0,81	0,804	0,292	0,798	0,807		0,856	0,529	1	0,902	0,935	
p13	0,836	0,435	0,841	1	0,545	0,84	0,833	0,616	0,465	0,837		0,779	0,712	0,902	1	0,858	
p14	0,852	0,437	0,789	0,545	1	0,848	0,851	0,396	0,836	0,848		0,876	0,526	0,935	0,858	1	
p15	1	0,302	0,81	0,84	0,848	1	0,999	0,731	0,596	1							
p16	1	0,293	0,804	0,833	0,851	0,999	1	0,736	0,592	1							
p17	0,73	-0,159	0,292	0,616	0,396	0,731	0,736	1	-0,014	0,734							
p18	0,599	0,624	0,798	0,465	0,836	0,596	0,592	-0,014	1	0,593							
p19	1	0,296	0,807	0,837	0,848	1	1	0,734	0,593	1							
Zone humide 103											Zone humide 104						
	p43	p45	p46	p47	p48	p49	p50				p1	p2	p3	p4	p5	p6	
p43	1	0,624	0,607	0,899	0,622	0,025	0,788				1	0,658	0,206	0,514	0,376	0,741	0,436
p45	0,624	1	0,942	0,62	0,963	0,62	0,838				0,658	1	0,659	0,94	0,778	0,864	0,753
p46	0,607	0,942	1	0,673	0,904	0,553	0,81				0,206	0,659	1	0,578	0,929	0,34	0,779
p47	0,899	0,62	0,673	1	0,559	-0,083	0,834				0,514	0,94	0,578	1	0,691	0,867	0,649
p48	0,622	0,963	0,904	0,559	1	0,672	0,799				0,376	0,778	0,929	0,691	1	0,541	0,867
p49	0,025	0,62	0,553	-0,083	0,672	1	0,224				0,741	0,864	0,34	0,867	0,541	1	0,574
p50	0,788	0,838	0,81	0,834	0,799	0,224	1				0,436	0,753	0,779	0,649	0,867	0,574	1

✓ Couple 2 : Pinata

Tableau n°5 : Résultat des corrélations internes des profondeurs des piézomètres du bassin Pinata

	Zone humide 105																	
	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30	p31	p32	p33	p34	p35	p36	p37
p20	1	0,759	0,618	0,358	0,901	0,831	0,601	0,857	0,475	0,457	0,62	0,494	0,506	0,58	-0,264	0,499	0,388	0,677
p21	0,759	1	0,715	0,701	0,807	0,841	0,418	0,866	0,65	0,214	0,609	0,53	0,666	0,527	0,29	0,514	0,7	0,701
p22	0,618	0,715	1	0,724	0,627	0,593	0,132	0,639	0,275	0,008	0,732	0,87	0,696	0,168	0,076	0,782	0,378	0,858
p23	0,358	0,701	0,724	1	0,29	0,366	-0,268	0,38	0,222	-0,445	0,357	0,553	0,645	-0,052	0,468	0,405	0,446	0,556
p24	0,901	0,807	0,627	0,29	1	0,921	0,749	0,952	0,565	0,598	0,683	0,517	0,474	0,694	-0,189	0,553	0,454	0,703
p25	0,831	0,841	0,593	0,366	0,921	1	0,745	0,97	0,664	0,588	0,681	0,393	0,642	0,742	0,086	0,513	0,636	0,647
p26	0,601	0,418	0,132	-0,268	0,749	0,745	1	0,734	0,591	0,874	0,456	0,075	0,168	0,804	-0,27	0,257	0,344	0,313
p27	0,857	0,866	0,639	0,38	0,952	0,97	0,734	1	0,631	0,562	0,701	0,482	0,594	0,701	0,033	0,549	0,614	0,697
p28	0,475	0,65	0,275	0,222	0,565	0,664	0,591	0,631	1	0,573	0,563	0,208	0,522	0,841	0,218	0,319	0,767	0,485
p29	0,457	0,214	0,008	-0,445	0,598	0,588	0,874	0,562	0,573	1	0,5	0,015	0,189	0,855	-0,283	0,287	0,367	0,293
p30	0,62	0,609	0,732	0,357	0,683	0,681	0,456	0,701	0,563	0,5	1	0,773	0,677	0,583	-0,014	0,909	0,551	0,922
p31	0,494	0,53	0,87	0,553	0,517	0,393	0,075	0,482	0,208	0,015	0,773	1	0,476	0,089	-0,091	0,85	0,205	0,889
p32	0,506	0,666	0,696	0,645	0,474	0,642	0,168	0,594	0,522	0,189	0,677	0,476	1	0,466	0,351	0,566	0,686	0,684
p33	0,58	0,527	0,168	-0,052	0,694	0,742	0,804	0,701	0,841	0,855	0,583	0,089	0,466	1	-0,059	0,306	0,653	0,45
p34	-0,264	0,29	0,076	0,468	-0,189	0,086	-0,27	0,033	0,218	-0,283	-0,014	-0,091	0,351	-0,059	1	-0,016	0,604	-0,037
p35	0,499	0,514	0,782	0,405	0,553	0,513	0,257	0,549	0,319	0,287	0,909	0,85	0,566	0,306	-0,016	1	0,377	0,91
p36	0,388	0,7	0,378	0,446	0,454	0,636	0,344	0,614	0,767	0,367	0,551	0,205	0,686	0,653	0,604	0,377	1	0,478
p37	0,677	0,701	0,858	0,556	0,703	0,647	0,313	0,697	0,485	0,293	0,922	0,889	0,684	0,45	-0,037	0,91	0,478	1

IV - 3 - b - Test d'indépendance du Khi-2 :

✓ Couple 1 : Pountarrou

Tableau n°6 : Résultat des Pvalues du Khi sur les profondeurs des piézomètres du bassin Pountarrou

Zone humide 101										Zone Humide 102							
	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19		p38	p39	p40	p41	p42	
p10	0	0,242	0,242	0,24	0,24	0,243	0,242	0,24	0,24	0,24	p38	0	0,2394	0,2394	0,24045	0,2394	
p11	0,242	0	0,242	0,24	0,24	0,243	0,242	0,24	0,24	0,24	p39	0,2394	0	0,2394	0,24045	0,2394	
p12	0,242	0,242	0	0,24	0,24	0,243	0,242	0,24	0,24	0,24	p40	0,2394	0,2394	0	0,24045	0,2394	
p13	0,24	0,24	0,24	0	0,239	0,24	0,24	0,239	0,239	0,239	p41	0,240 45	0,240 45	0,240 45	0	0,240 45	
p14	0,24	0,24	0,24	0,239	0	0,24	0,24	0,239	0,239	0,239	p42	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,240 45	0	
p15	0,243	0,243	0,243	0,24	0,24	0	0,243	0,24	0,24	0,24							
p16	0,242	0,242	0,242	0,24	0,24	0,243	0	0,24	0,24	0,24							
p17	0,24	0,24	0,24	0,239	0,239	0,24	0,24	0	0,239	0,239							
p18	0,24	0,24	0,24	0,239	0,239	0,24	0,24	0,239	0	0,239							
p19	0,24	0,24	0,24	0,239	0,239	0,24	0,24	0,239	0,239	0							
Zone humide 103										Zone humide 103							
	p43	p45	p46	p47	p48	p49	p50				p1	p2	p3	p4	p5	p9	
p43	0	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	p1	0	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	
p45	0,2394	0	0,2394	0,2394	0,2394	0,2394	0,2394	p2	0,239 4	0	0,239 4	0,239 4	0,240 5	0,239 4	0,239 9	0,239 4	0,239 4
p46	0,2394	0,2394	0	0,2394	0,2394	0,2394	0,2394	p3	0,239 4	0,239 4	0	0,239 4	0,240 5	0,239 4	0,239 9	0,239 4	0,239 4
p47	0,2394	0,2394	0,2394	0	0,2394	0,2394	0,2394	p4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0	0,240 5	0,239 4	0,239 9	0,239 4	0,239 4
p48	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0	0,239 4	p5	0,240 5	0,240 5	0,240 5	0,240 5	0	0,240 5	0,190 9	0,240 5	0,240 5
p49	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0	p6	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,240 5	0	0,239 9	0,239 4	0,239 4
p50	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	p7	0,239 9	0,239 9	0,239 9	0,239 9	0,190 9	0,239 9	0	0,239 9	0,239 9

✓ Couple 2 : Pinata

Tableau n°7 : Résultat des Pvalues du Khi sur les profondeurs des piézomètres du bassin Pinata

Zone humide 105																			
	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30	p31	p32	p33	p34	p35	p36	p37	
p20	0	0,240 98	0,240 98	0,244 73	0,240 98	0,248 54	0,240 98	0,240 98	0,240 98	0,244 73	0,244 73	0,240 98	0,240 98	0,240 98	0,244 73	0,244 73	0,244 73		
p21	0,240 98	0	0,239 4	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p22	0,240 98	0,239 4	0	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p23	0,244 73	0,239 92	0,239 92	0	0,239 92	0,243 12	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,241 51	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,241 51	0,241 51	0,241 51	
p24	0,240 98	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0	0,240 45	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p25	0,248 54	0,240 45	0,240 45	0,243 12	0,240 45	0	0,240 45	0,240 45	0,240 45	0,243 12	0,243 12	0,240 45	0,240 45	0,240 45	0,243 12	0,243 12	0,243 12	0,243 12	
p26	0,240 98	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p27	0,240 98	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0,239 4	0	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p28	0,240 98	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0,239 4	0,239 4	0	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p29	0,244 73	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,239 92	0,243 12	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0	0,241 51	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,241 51	0,241 51	
p30	0,244 73	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,239 92	0,243 12	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,241 51	0,241 51	0,241 51	
p31	0,240 98	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p32	0,240 98	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p33	0,240 98	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0,239 4	0	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p34	0,240 98	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 4	0,240 45	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0,239 92	0,239 92	0,239 4	0,239 4	0,239 4	0	0,239 92	0,239 92	0,239 92	
p35	0,244 73	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,239 92	0,243 12	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,241 51	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0	0,241 51	0,241 51	0,241 51
p36	0,244 73	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,239 92	0,243 12	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,241 51	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0	0,241 51	0,241 51	0,241 51
p37	0,244 73	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,239 92	0,243 12	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,241 51	0,239 92	0,239 92	0,239 92	0,241 51	0,241 51	0	0	

Commentaire : Dans toutes les zones, nous avons $p\text{value} > 0,05$ donc test non significatif, nous ne rejetons pas H_0 , donc **les piézomètres pour chaque zone sont indépendants, donc pas d'interactions entre les cours d'eau au sein des zones humides.**

IV - 3 - c - Corrélation « croisées »

À ce niveau, nous n'avons pas des données pour pouvoir répondre aux corrélations croisées.

IV - 4 - Régression linéaire multiple

Nous n'avons pas les données des débits des zones humides pour répondre à la question.

IV - 5 - Analyse en composantes principales (ACP)

IV - 5 - a - Choix des axes

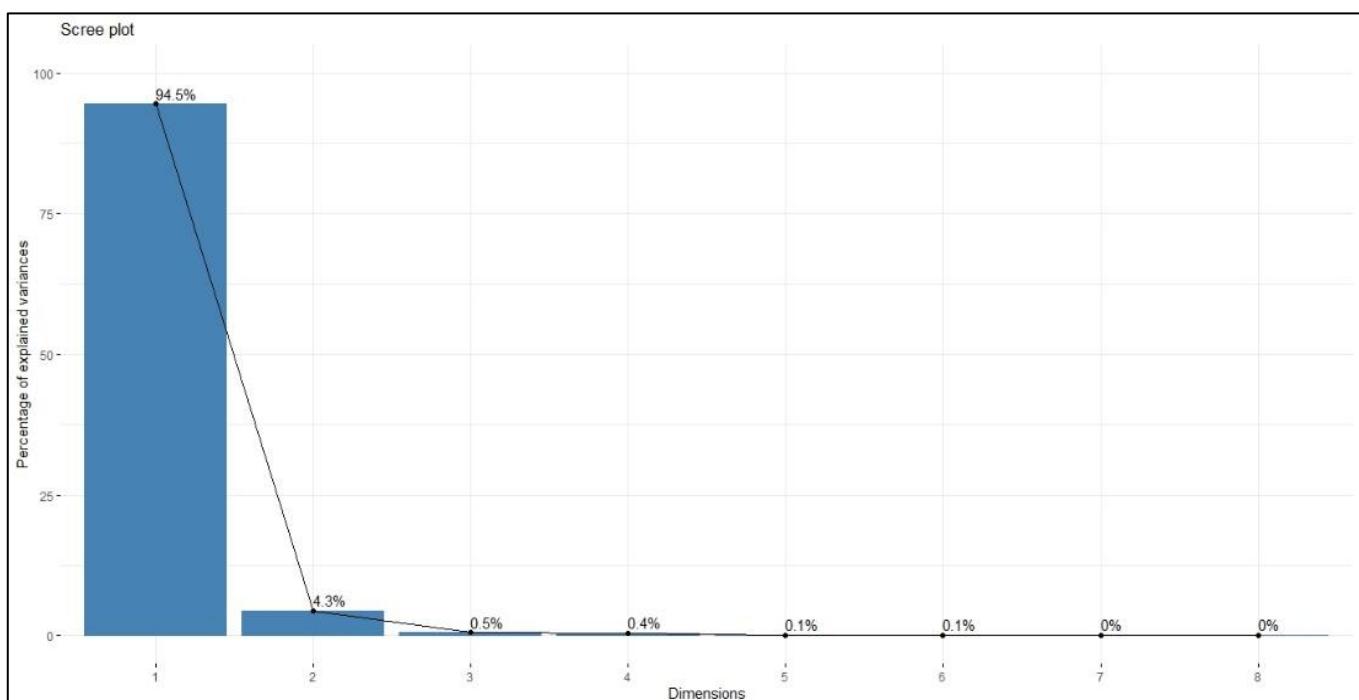


Figure n°39 : Graphique des valeurs propres

Commentaire : le premier axe exprime 94 % de l'inertie totale, c'est à dire que 94 % de l'information du tableau de données est contenue dans la première dimension. D'après la méthode de l'éboulis nous retiendrons les deux premiers axes.

IV - 5 - b - Construction de l'ACP

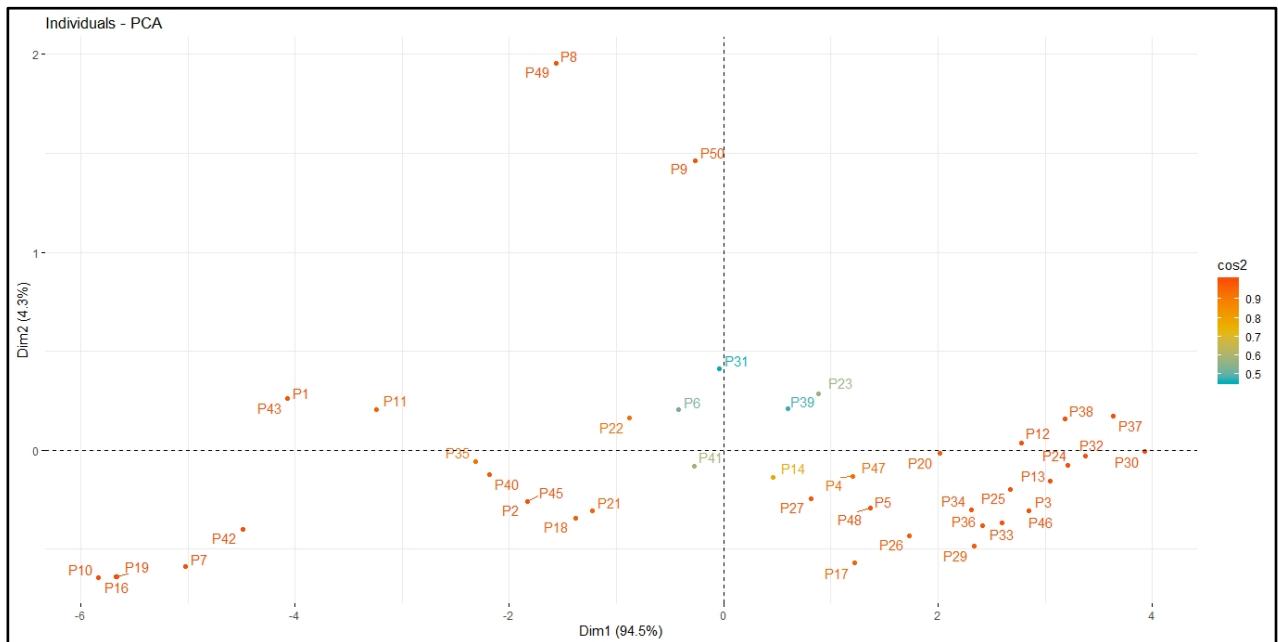


Figure n°40 : Graphique de contributions des individus

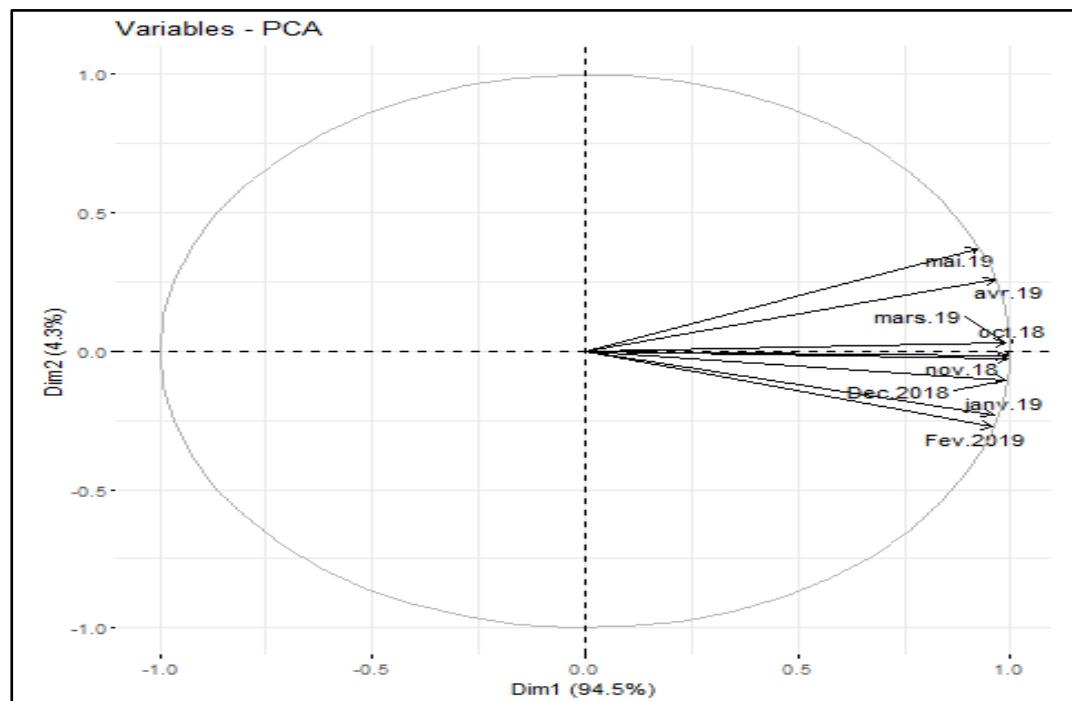


Figure n°41 : Cercle de corrélation des variables

✓ Individus

Axes	Positif (+)	Négatif (-)
Axe n° 1	P3, P4, P5, P12, P13, P14, P17, P20, P23, P24 P25, P26, P27, P29, P30, P32, P33, P34, P36, P37, P38, P39, P46, P47, P48	P1, P2, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P16, P18, P19, P21, P22, P31, P35, P40, P41, P42, P43, P45, P49, P50
Axe n° 2	P1, P6, P8, P9, P11, P12, P22, P23, P31, P37, P38, P39, P43, P49, P50	P2, P3, P4, P5, P7, P10, P13, P14, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P24, P25, P26, P27, P29, P30, P32, P33, P34, P35, P36, P40, P41, P42, P45, P46, P47, P48

✓ Variables

Axes	Positif (+)	Négatif (-)
Axe n° 1	Octobre, novembre, décembre, janvier, février, mars, avril, mai	
Axe n° 2	Mars, avril, mai	Novembre, décembre, janvier, février

Commentaire : le premier axe est un axe d'échelle qui ordonne les profondeurs des piézomètres en fonction des différents mois de la période du projet.

L'axe 2 quant à lui oppose les profondeurs des piézomètres relevées au mois de mars, d'avril et mai (période relativement chaude où les profondeurs augmentent de volume ce qui peut être expliquée par la fonte de neige) aux profondeurs des piézomètres relevées au mois de novembre à février (période de fraîcheur).

IV - 6 - Analyse cluster

IV - 6 - a - Visualisation du dendrogramme généré par la classification

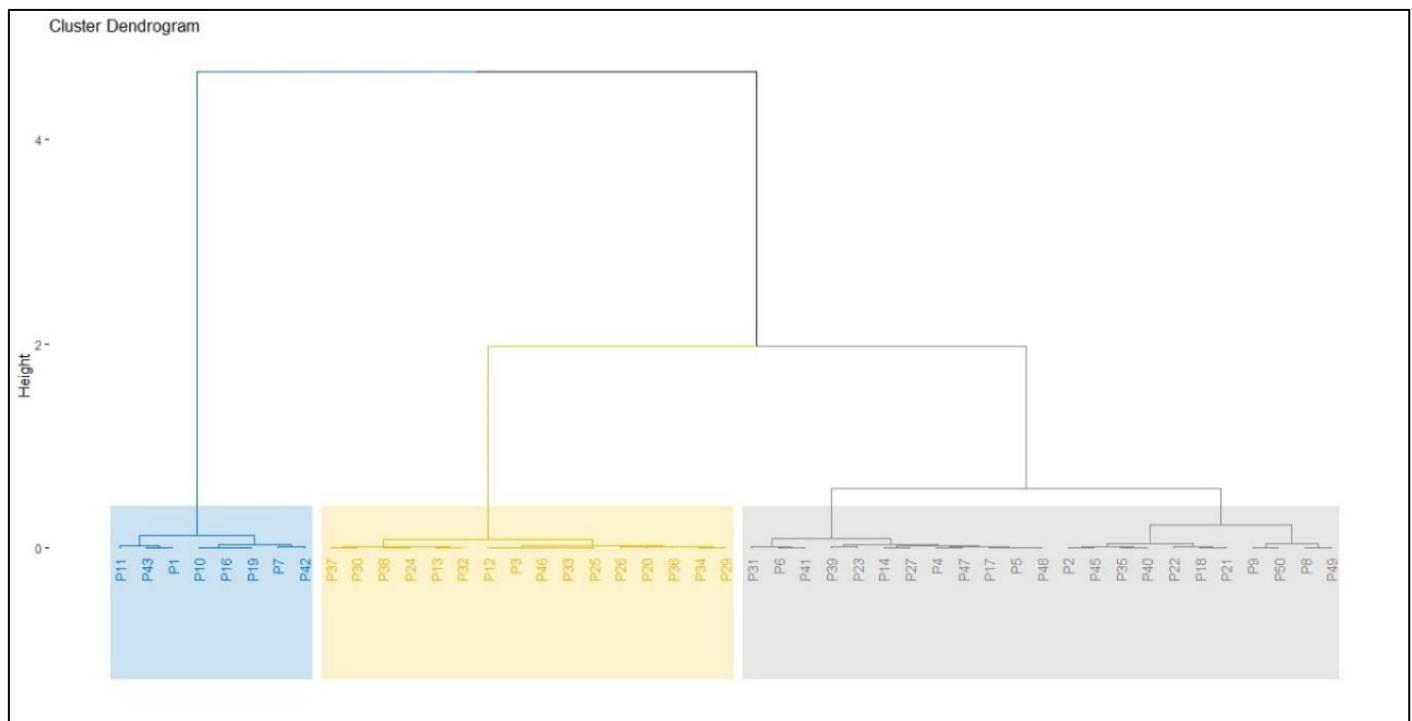


Figure n°42 : Classification hiérarchique en 2 dimensions

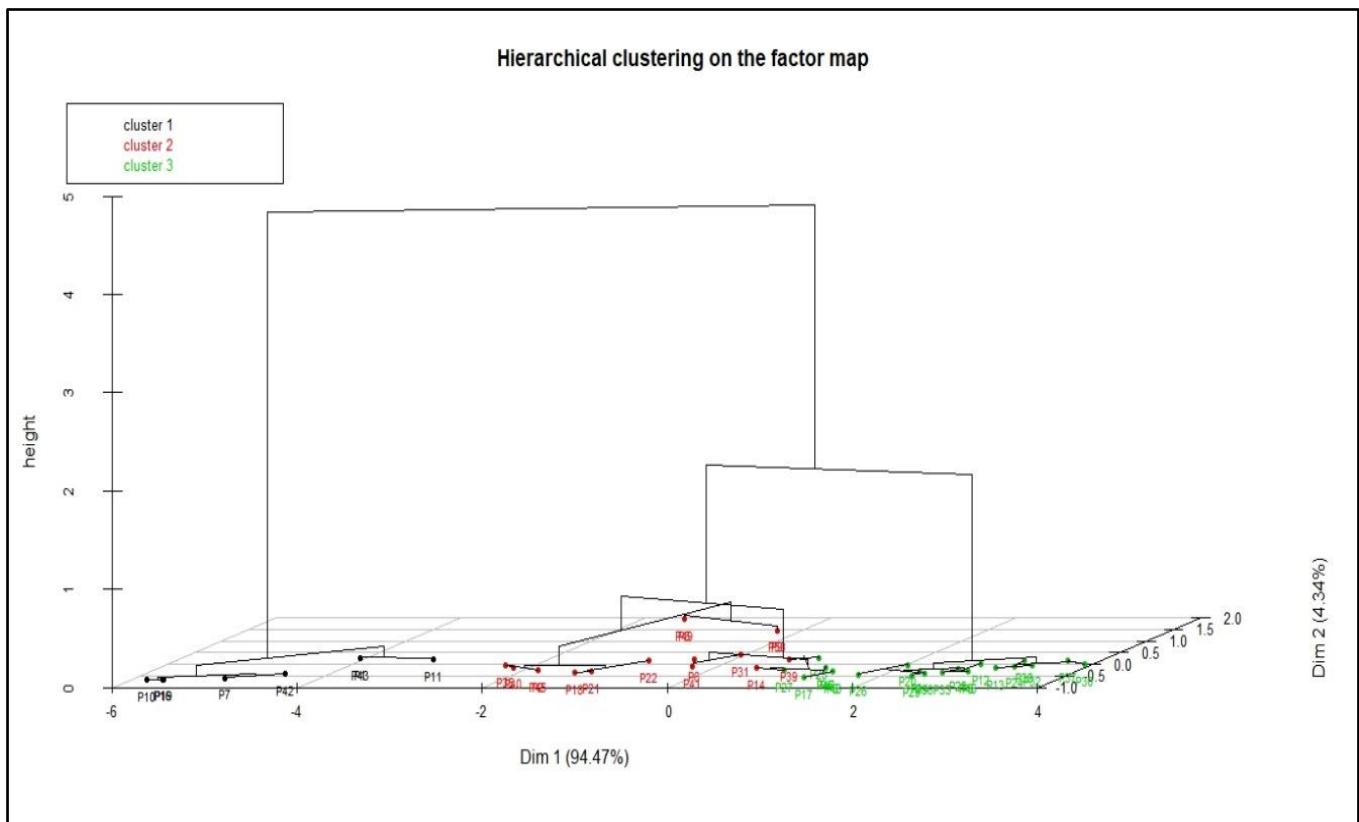


Figure n°43 : Classification hiérarchique en 3 dimensions

IV - 6 - b - Interprétation cluster

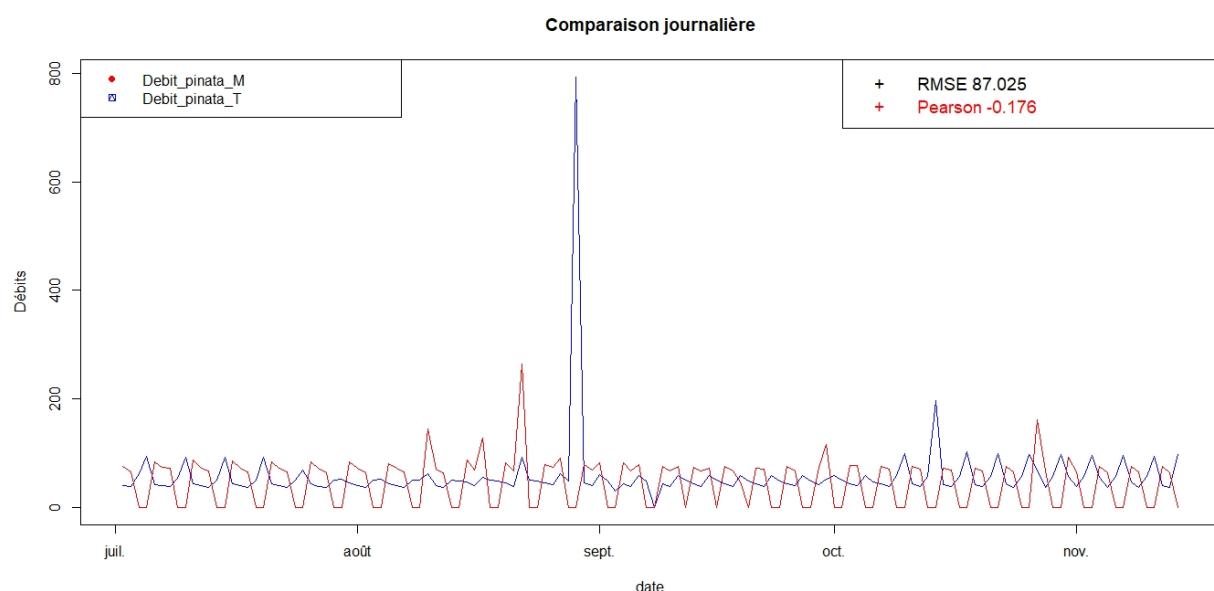
Nous avons ci-dessus la classification hiérarchique de l'ensemble des piézomètres sur la base des données de la profondeur moyenne des mois étudiés. Cette classification consiste à regrouper des piézomètres qui ont des profils (profondeur) similaires.

On voit par exemple que les piézomètres numéro 9 et 50 ont des profils (profondeur moyenne) très proches c'est-à-dire que les profondeurs de ces piézomètres se ressemblent sur tous les mois de l'étude. On voit également un groupe de piézomètre de numéro 11,43, 1,10, 16,19, 7,42 assez homogènes. Plus en détail nous pouvons constater que les piézomètres numéro 11,43 et 1 dans ce groupe sont très proches. Nous pouvons aussi remarquer la proximité entre piézomètres par exemple 42 et 37 où la proximité entre groupes de piézomètre par exemple groupe 1 et 2.

IV - 7 - Méthode pour analyser l'impact des débits

IV - 7 - a - Comparaison des débits spécifiques

✓ Comparaison des débits entre le couple 2



Le **RMSE** est trop grand, et le coefficient de Pearson très faible, donc les débits au niveau couple2 sont différents.

✓ Comparaison des débits entre le couple 1

Nous n'avons pas des données des débits sur Pountarrou témoin.

IV - 7 - b - Comparaison les temps de mémoire

Nous n'avons pas des données des débits pour répondre à cette question.

CONCLUSION

À travers ce projet, nous remarquons dans le traitement des données, le principal problème que nous pouvons pointer porte sur les mesures des appareils, Car si une erreur de mesure est sujet à confusion ou d'incompréhension, elle se reflète automatiquement dans les résultats statistiques.

Cette situation peut se traduire, par une réelle difficulté de câblage des appareils de mesure, et dans le traitement des données, avec son corollaire de biaiser les résultats par conséquent ne pas aboutir aux objectifs recherchés.

Liste des difficultés rencontrées :

- Au niveau de la mesure, les piézomètres 15 et 28 présentent des données erronées.
- Les données de mesure du piézomètre 44 sont introuvables.
- Pas de donnée pour le traitement de la partie régression multiple des débits.
- Incohérence des données pour certaines analyses statistiques.

ANNEXE

Annexe n°1: Classification de Köppen

Température moyenne (°C)	Amplitude thermique (°C)	Précipitations totales (mm)	Nombre de mois secs	Noms des climats
> 20	< 5	> 1500		Tropical humide (équatorial)
	> 5	> 250	> 3	Tropical à saisons contrastées
		< 250	> 10	Aride tropical (désertique chaud)
15 à 20			3 à 5 mois en été	Méditerranéen
0 à 15	< 20	> 500		Océanique (tempéré)
	> 20	250 à 500		Continental
		< 250		Aride continental (désertique froid)
< 0				Polaire

Annexe n°2: Script Visual Basic

```
Sub Main()

    'etape pour parcourir les fichiers d'un repertoire
    Dim rep As New IO.DirectoryInfo("D:/PROJET-S3/infoS3/piTest/")
    Dim extension As IO.FileInfo() = rep.GetFiles("*.csv")
    Dim files As IO.FileInfo
    Dim f As String
    'Dim liste As String() = " "
    Dim i As Integer = 1

    Dim fichiers As Microsoft.VisualBasic.Collection
    fichiers = New Microsoft.VisualBasic.Collection()

    For Each files In extension

        If Not fichiers.Contains(files.Name) Then
            fichiers.Add(files.Name, files.Name)
        End If
    Next

    'ouverture du fichier résultat en écriture
    Dim fw As New FileStream("D:/PROJET-S3/infoS3/piTest/donneesPiezos.csv",
                           FileMode.Create, FileAccess.Write)
    Dim sw As New StreamWriter(fw)
    sw.WriteLine("Piezometre;Latitude;Longitude")

    Dim ligne As String, latitude() As String, longitude() As String

    For Each f In fichiers
        .
        'ouverture du fichier contenant les données en lecture
        Dim fr As New FileStream("D:/PROJET-S3/infoS3/piTest/" + f,
                               FileMode.Open, FileAccess.Read)
        Dim sr As New StreamReader(fr)

        For i = 1 To 3
            ligne = sr.ReadLine()
        Next

        ligne = sr.ReadLine()
        latitude = ligne.Split("=")
        ligne = sr.ReadLine()
        longitude = ligne.Split("=")

        sw.WriteLine(f & ";" & latitude(1) & ";" & longitude(1))

        sw.Close()
        sr.Close()
        fw.Close()
        fr.Close()
    Next

```

Annexe n°3: Script R (Statistiques multivariées)

DECLARATION DU REPERTOIRE DE TRVAIL #—

```
setwd("F:/PROJET-S3/Dossier de traitement/traitement Meteo")
getwd()
## [1] "F:/PROJET-S3/Dossier de traitement/traitement Meteo"
```

IMPORTATION DES DONNEES DE SAFRAN 1959-2018 #

```
setClass('myDate')
setAs("character","myDate", function(from) as.POSIXct(strptime(from, "%d/%m/%Y")))
dataMeteo<-read.csv("meteo.csv",dec = ",",sep = ";",header = F,skip=1, colClasses = c("myDate","numeric","numeric","numeric"), col.names = c("DATE", "Temperature", "Precipitation", "ETP"))

str(dataMeteo)

## 'data.frame': 21915 obs. of 4 variables:
## $ DATE : POSIXct, format: "1959-01-01" "1959-01-02" ...
## $ Temperature : num 1.76 0.76 -0.4 1.08 0.6 ...
## $ Precipitation: num 0 11.14 9.4 12.42 1.46 ...
## $ ETP : num 0.16 0.34 0.46 0.66 0.16 ...
```

EXTRATION DES DONNEES (Température, Précipitation, ETP) PAR MOIS #—

```
#méthodes d'extraction : Les mois par an
format(dataMeteo$DATE,"%Y-%m")#pour lire a la fois les mois et les années

td<-data.frame(format(dataMeteo$DATE,"%Y-%m"),substr(dataMeteo$DATE,1,7))
)# pour verifier si les résultats sont les mêmes

#Calcul des moyennes mensuelles par Année
tempMois<-tapply(dataMeteo$Temperature,format(dataMeteo$DATE,"%Y-%m"), mean)
tempMoisE<-tapply(dataMeteo$Temperature,substr(dataMeteo$DATE,1,7), mean)

#Comparaison pour vérification
tv<-data.frame(tempMoisE,tempMois)#Test pour vérifier les résultats sont les mêmes

#Calcul avec tapply
PreMois<-tapply(dataMeteo$Precipitation,format(dataMeteo$DATE,"%Y-%m"), sum)
EtpMois<-tapply(dataMeteo$ETP,format(dataMeteo$DATE,"%Y-%m"), mean)
EchMois<-data.frame(table(format(dataMeteo$DATE,"%Y-%m")))# grace la fonction table , je récupère les fréquences dans un tableau
str(EchMois)
```

```

#as.POSIXct(strptime(TempPINATA$V1, "%Y-%m-%d %H:%M:%S")) permet de convertir les chaines de caratères en format dates
#Recuperation dans un tableau et nomination des colonnes
Mois<-data.frame(EchMois$Var1, tempMois,PreMois,EtpMois)
names(Mois)<-c("Date","TempMensuelle","PrecMensuelle", "EtpMensuelle")
str(Mois)

# EXTRATION DES DONNEES (Température, Précipitation, ETP) PAR ANNEE #-----
#-----#
#Calcul des moyennes annuelles
tempAn<-tapply(dataMeteo$Temperature,format(dataMeteo$DATE, "%Y"), mean)
PreAn<-tapply(dataMeteo$Precipitation,format(dataMeteo$DATE, "%Y"), sum)
EtpAn<-tapply(dataMeteo$ETP,format(dataMeteo$DATE, "%Y"), mean)
Annee<-data.frame(table(format(dataMeteo$DATE, "%Y")))

Annee$Var1<-as.Date(strptime(Annee$Var1, "%Y"))
Annee$Var1<-year(Annee$Var1)

#Recuperation dans un tableau et nomination des colonnes
Annuel<-data.frame(Annee$Var1,tempAn,PreAn,EtpAn)
names(Annuel)<-c("Date","TempAnnuelle","PrecAnnuelle", "EtpAnnuelle")

str(Annuel)

# TEMPERATURE (Journalière, Mois et Annuel) #-----
#-----#
par(mfcol=c(1,3))

barplot(dataMeteo$Temperature,ylab="Temperature(°C)",main = "Temperature journalière (1959-2018)",ylim = c(-20,40),names.arg = dataMeteo$DATE)
legend("topright",legend = paste(c("Min","1Quartile","Mediane","Moyenne","3Quartile","Max")), summary(dataMeteo$Temperature,digits = 3)), pch="+", col=1:6, text.col=1:6,cex = 0.6)
summary(dataMeteo$Temperature,digits = 3)

##      Min. 1st Qu. Median      Mean 3rd Qu.      Max.
## -14.90    3.70   8.24     8.57  13.60   26.80

barplot(Mois$TempMensuelle,ylab="Temperature(°C)",main = "Temperature Mensuelle (1959-2018)",ylim = c(-3,22),names.arg = Mois$Date)
legend("topright",legend = paste(c("Min","1Quartile","Mediane","Moyenne","3Quartile","Max")), summary(Mois$TempMensuelle,digits = 3)), pch="+", col=1:6, text.col=1:6, cex = 0.6)
summary(Mois$TempMensuelle,digits = 3)

##      Min. 1st Qu. Median      Mean 3rd Qu.      Max.
## -2.73    3.64   7.82     8.53  13.70   20.80

barplot(Annuel$TempAnnuelle,ylab="Temperature(°C)",main = "Temperature Annuelle (1959-2018)",ylim = c(0,12),names.arg = Annuel$Date)
legend("topright",legend = paste(c("Min","1Quartile","Mediane","Moyenne","3Quartile","Max")), summary(Annuel$TempAnnuelle,digits = 3)), pch="+", col=1:6, text.col=1:6, cex = 0.6)

```

```

#Recuperation dans un tableau et nomination des colonnes
DiaOmb<-data.frame(month.name,TempM,PrecuM,ETpM)
names(DiaOmb)<-c("Date","TempDiaOmb","PrecDiaOmb", "EtpDiaOmb")
str(DiaOmb)

resu=table(kable(summary(DiaOmb)))
resu=data.frame(resu)
sum(DiaOmb$PrecDiaOmb)

## [1] 1192.118

#Code mieux arranger et tres simple
plot.new()
par(mar=c(4,4,3,4))# Les marges Larges pour l'ajout ultérieur des titres des axes
#Diagramme des précipitations avec configuration de l'axe et de sa couleur
barplot(DiaOmb$PrecDiaOmb,main="Diagramme Ombrothermique (1959-2018)",xlab = "", ylab = "", ylim=c(0,130),names.arg = substr(month.name, 1,1), las =1, col = "Darkblue")
axis(2,col="blue",las = 2, col.axis="Darkblue")
mtext("Précipitation (mm)",col = "Darkblue",side=2,line=2,cex=1.1)

par(new=T,mar=c(4,4,3,4)) #Une nouvelle colonne avec les memes marges de départ pour les titres
#graphique de la température avec configuration de l'axe et de sa couleur
plot(DiaOmb$TempDiaOmb,yaxs = "i", axes=F,yaxt = "n", xaxt = "n",type="o",lwd=2,pch=16,col="red",xlab = "", ylab = "",ylim=c(0,65))
axis(4,col="red",las = 2,col.axis="red")
mtext("Température (°C)",side=4,col="red",line=2,cex=1.1)

#axis(1,las = 1,col.axis="black")
mtext("Mois",side=1,col="black",line=2.5,cex=1.1)
legend("top",legend = paste(c("Temperature","Précipitation")),pch="+", col=c("red","Darkblue"), text.col=c("red","Darkblue"),cex = 1)

# Comparaison des données locales avec celle du modèle SAFRAN #

# *****Sonde Baro Température locale PINATA

par(mfcol=c(1,1))
#IMPORTATION DES DONNEES
setClass('myDate1')
setAs("character","myDate1", function(from) as.POSIXct(strptime(from, "%Y-%m-%d %H:%M:%S")))

TempPINATA=read.csv("F:/PROJET-S3/Donnees/2- Sonde barométrique et température locales/Données sources/Mai_2019/1 - Fichier ZIP/VuSitu_2018-10-18_08-00-00_Arbre_Eentrer_Baro_pinata.csv",sep=",",skip=26,dec=". ",header=F)

#CONFIGURATION DES DONNEES PAR LEUR CLASSE POUR UNE BONNE GESTION
Date=as.POSIXct(strptime(TempPINATA$V1, "%Y-%m-%d %H:%M:%S"))
Pression=as.numeric(TempPINATA$V2)
Temperature=as.numeric(TempPINATA$V3)

```

```

#NOMINATION DES COLONNES ET VERIFICATION DES DONNÉES
TempPINATA=data.frame(Date,Pression,Temperature)
str(TempPINATA)

## 'data.frame': 5018 obs. of 3 variables:
## $ Date : POSIXct, format: "2018-10-18 08:00:00" "2018-10-18 09
:00:00" ...
## $ Pression : num 0.823 0.823 0.823 0.823 0.824 ...
## $ Temperature: num 6.69 6.8 6.96 7.38 7.27 ...

head(TempPINATA)

tail(TempPINATA)

summary(TempPINATA)

##Calcul des moyennes par jours

#codes d'extraction des données de 2018 de la base
format(TempPINATA$date, "%Y")<2019 # marche seulement dans le cas des DA
TES

grep("^[2018-[10-12]", TempPINATA$date); grep("2018", TempPINATA$date) # Les expressions de regex marchent très bien

#Méthode d'extraction des données
TempPINATA2018=TempPINATA[grep("2018", TempPINATA$date),] #marche pour
tout type de donnée
TempPINATA2018=TempPINATA[format(TempPINATA$date, "%Y")<2019,] # marche
seulement pour les format DATES

#vérification des données
str(TempPINATA2018)

summary(TempPINATA2018)

#temptest=tapply(TempPINATA$Temperature, substr(TempPINATA$date,9,10), m
ean)
TempDay=tapply(TempPINATA2018$Temperature,format(TempPINATA2018$date, "%
Y-%m-%d"), mean)
pressDay=tapply(TempPINATA2018$Pression,format(TempPINATA2018$date, "%Y-
%m-%d"), mean)
freqDM<-data.frame(table(format(TempPINATA2018$date, "%Y-%m-%d")))
MyDat=data.frame(freqDM$Var1,TempDay,pressDay)
names(MyDat)<-c("Jour","Temperature journalière","Pression journalière")

#Calcul des moyennes par mois
TempMont=tapply(TempPINATA2018$Temperature,format(TempPINATA2018$date, "%
Y-%m"), mean)
pressMont=tapply(TempPINATA2018$Pression,format(TempPINATA2018$date, "%Y-
-%m"), mean)
freqMont=data.frame(table(format(TempPINATA2018$date, "%Y-%m")))

#calcul des moyennes par an (pas de données)
TempYear=tapply(TempPINATA2018$Temperature,year(TempPINATA2018$date), me
an)
pressYear=tapply(TempPINATA2018$Pression,year(TempPINATA2018$date), mean)

```

```

)
freqYear=data.frame(table(format(TempPINATA2018$date, "%Y")))

par(mfcol=c(1,1))

#Extraction données SAFRAN 2018 Pour Comparaison_____
#donnee de SAFRAN en 2018
#year(dataMeteo$DATE)==2018
grep("2018-10-18",dataMeteo$DATE)

## [1] 21841

Safran2018=dataMeteo[grep("2018-10-18",dataMeteo$DATE):length(dataMeteo$DATE),]
summary(Safran2018)

TempM2018=tapply(Safran2018$Temperature, format(Safran2018$DATE, "%Y-%m"),mean)

par(mfrow=c(1,1))
#les coefficients de RMSE
rmseJ=rmse(TempDay,Safran2018$Temperature)

#les coefficients de Pearson
corJ=cor(TempDay,Safran2018$Temperature)

compJ=data.frame(MyDat$Jour,Safran2018$Temperature,TempDay)

##Comparaison Journalière
plot(compJ$MyDat.Jour,compJ$Safran2018.Temperature, type="l",pch=16, col = "blue",xlab="Jour",ylab="Température(°C)", main="Comparaison Journalière (2018-10 à 2018-12)",ylim = c(min(compJ$TempDay),max(compJ$Safran2018.Temperature)))
lines(compJ$MyDat.Jour,compJ$TempDay,col = "red", type = "l",pch=14)
legend("topright",legend = paste(c("RMSE","Pearson"),round(c(rmseJ,corJ), 3)), pch="+", col=1:2, text.col=1:2,cex = 1.2)
legend("bottom",legend = c("PINATA", "SAFRAN"),pch = c(16,14),col= c("red","blue"),cex = 1)

#DECOMPOSITION decomp=stl(database,s.window="periodic")-----
-----
tempMois.ts.stl=stl(tempMois.ts,s.window="periodic")
plot(tempMois.ts.stl)

plot(tempMois.ts,main = "Donnée de la température Timserie", ylim = c(0, max(tempMois.ts)))
lines(tempMois.ts.stl$time.series[,2], col ="red")

#Normalité et indépendance des résidus issus de la decomposition
par(mfrow=c(1,2))
residus=tempMois.ts.stl$time.series[,3]
hist(residus, probability = TRUE,main="residus de la décomposition classique" ,xlab = "")
curve(dnorm(x,mean(residus),sd(residus)), add = T, col="red")
#QQPlot
qqnorm(residus, datax=TRUE, main="residus de la décomposition classique"

```

```

)
qqline(residus,datax=TRUE)

ks.test(residus, "pnorm",mean(residus),sd(residus))

plot.ts(tempMois.ts,main = "Donnée de la température Timserie")
lines(predict(temp.Hw,n.ahead = 60), col ="red")

plot(predict(temp.Hw,n.ahead = 60),type="b")

predict(temp.Hw,n.ahead = 60)

SPI PRECIPITATION (OPTIONNEL) #-----

par(mfcol=c(1,1))

str(dataMeteo)

dataMeteo<-dataMeteo[order(dataMeteo$DATE),] #Classement PAR DATE
str(dataMeteo)

#condition d'extraction Tmin et Tmax
Tmin=tapply(dataMeteo$Temperature, format(dataMeteo$DATE,"%Y-%m"), min)
Tmax=tapply(dataMeteo$Temperature, format(dataMeteo$DATE,"%Y-%m"), max)
#Mois<-format(dataMeteo$DATE, "%m")
#Year=format(dataMeteo$DATE, "%Y")

Tab.SPI=data.frame(Annuel$Date,substr(Mois$Date,6,7),Tmin,Tmax,Mois$Prec
Mensuelle)
names(Tab.SPI)=c("YEAR","MONTH","TMIN","TMAX","PRCP")
write.table(Tab.SPI,"F:/PROJET-S3/Dossier de traitement/traitement Meteo
/Spei/SPI.txt", dec = ".", sep = ";")
str(Tab.SPI)

-----Calcul de SPI-----
-----

spi3=spi(Tab.SPI$PRCP,3)
spi6=spi(Tab.SPI$PRCP,6)
spi9=spi(Tab.SPI$PRCP,9)
spi12=spi(Tab.SPI$PRCP,12)
spi24=spi(Tab.SPI$PRCP,24)

plot.spei(spi3,main ="3-Month SPI")

```

Comparaison des données locales avec celle du modèle SAFRAN #-----

____ IMPORTATION DES PLUIES LOCALES

```

par(mfcol=c(1,1))

setClass('myDate1')
setAs("character","myDate1", function(from) as.POSIXct(strptime(from, "%
d/%m/%Y")))
PluLocal<-read.csv("F:/PROJET-S3/Donnees/4 - Pluviomètre local/RainfallL
ocalMeteorologicalStation.csv",dec = ".",sep = ";",header = F,skip=1, co
lClasses = c("myDate1","numeric"), col.names = c("DATE", "Precipitation"
))

str(PluLocal)

```

```

## 'data.frame': 179 obs. of 2 variables:
## $ DATE : POSIXct, format: "2018-12-01" "2018-12-02" ...
## $ Precipitation: num 0 0 0.26 0.06 0 ...

#Comparaisons des pluies
PluLocal=PluLocal[grep("^2018", PluLocal$DATE),]
dataMePluies=dataMeteo[grep("2018-12", dataMeteo$DATE),][,c(1,3)]

str(PluLocal)

## 'data.frame': 31 obs. of 2 variables:
## $ DATE : POSIXct, format: "2018-12-01" "2018-12-02" ...
## $ Precipitation: num 0 0 0.26 0.06 0 ...

str(dataMePluies)

## 'data.frame': 31 obs. of 2 variables:
## $ DATE : POSIXct, format: "2018-12-01" "2018-12-02" ...
## $ Precipitation: num 0.1 0 0.36 0.22 0 ...

#Les coefficients de RMSE
rmseP=rmse(PluLocal$Precipitation,dataMePluies$Precipitation)

#Les coefficients de Pearson
corP=cor(PluLocal$Precipitation,dataMePluies$Precipitation)

##Comparaison par graphes
#Tableau
#Tableau
compP=data.frame(PluLocal$DATE,dataMePluies$Precipitation,PluLocal$Precipitation)
##Comparaison Journalière
plot(PluLocal$DATE,dataMePluies$Precipitation, type="l",pch=16, col = "blue",xlab="Jour",ylab="Précipitation(mm)", main="Comparaison Journalière (2018-12-01 à 2018-12-31)",ylim = c(min(dataMePluies$Precipitation),max(PluLocal$Precipitation)))
lines(PluLocal$DATE,PluLocal$Precipitation,col = "red", type = "l",pch=14)
legend("topright",legend = paste(c("RMSE","Pearson"),round(c(rmseP,corP), 3)), pch="+", col=1:2, text.col=1:2,cex = 1.2)
legend("right",legend = c("Pluies locales", "SAFRAN"),pch = c(16,14),col = c("red","blue"),cex = 1)

```

Annexe n°4: Script R Inférentielle (les tests et probabilités)

```
#—fusion DE TOUS LES PIEZO ET EXPORTATION dU fichier csv de la ZH101 —#
```

```
zh_101 = data.frame(zh_101_10, zh_101_11[,2:4], zh_101_12[,2:4], zh_101_13[,2:4], zh_101_14[,2:4], zh_101_15[,2:4], zh_101_16[,2:4], zh_101_17[,2:4], zh_101_18[,2:4], zh_101_19[,2:4])
```

```
stack(zh_101)
```

```

write.table(zh_101,"Zone d'Humidite ZH101.csv",sep = ";")

# _____ Fusion en ligne des donnees de la zone 101_pression _____ #

piezo_10 = rep("ZH101_10",209)
piezo_11 = rep("ZH101_11",209)
piezo_12 = rep("ZH101_12",209)
piezo_13 = rep("ZH101_13",209)
piezo_14 = rep("ZH101_14",209)
piezo_15 = rep("ZH101_15",209)
piezo_16 = rep("ZH101_16",209)
piezo_17 = rep("ZH101_17",209)
piezo_18 = rep("ZH101_18",209)
piezo_19 = rep("ZH101_19",209)

X = cbind(c(zh_101$press ,zh_101$press.1, zh_101$press.2, zh_101$press.3, zh_101$press.4, zh_101$press.5, zh_101$press.6, zh_101$press.7, zh_101$press.8, zh_101$press.9))

y = cbind(c(piezo_10, piezo_11, piezo_12, piezo_13, piezo_14, piezo_15, piezo_16, piezo_17, piezo_18, piezo_19))

Press_piezo_101 = data.frame(y,X)
colnames(Press_piezo_101) = c("piezometres", "pression")

# _____ Fusion en ligne des donnees de la zone 101_temperature _____ #

X = cbind(c(zh_101$temp ,zh_101$temp.1, zh_101$temp.2, zh_101$temp.3, zh_101$temp.4, zh_101$temp.5, zh_101$temp.6, zh_101$temp.7, zh_101$temp.8, zh_101$temp.9))

Temp_piezo_101 = data.frame(y,X)
colnames(Temp_piezo_101) = c("piezometres", "temperature")

# _____ Fusion en ligne des donnees de la zone 101_profondeur _____ #

X = cbind(c(zh_101$profondeur ,zh_101$profondeur.1, zh_101$profondeur.2, zh_101$profondeur.3, zh_101$profondeur.4, zh_101$profondeur.5, zh_101$profondeur.6, zh_101$profondeur.7, zh_101$profondeur.8, zh_101$profondeur.9))

Prof_piezo_101 = data.frame(y,X)
colnames(Prof_piezo_101) = c("piezometres", "profondeur")

Zone_101 = data.frame(Press_piezo_101,Temp_piezo_101[,2],Prof_piezo_101[,2])
write.table(Zone_101,"Zone 101.csv",sep = ";",col.names = NA)

# _____ Test d'égalité de moyennes de la zone 101_pression _____ #

p1 = Press_piezo_101$pression
p2 = Press_piezo_101$piezometres

# Test ANOVA
press_101.aov = aov(p1~p2, data =Press_piezo_101)
aov.press=summary(press_101.aov)

```

```

library(multcompView)
# Test Tukey
Tuk=TukeyHSD(press_101.aov)
Tuk$p2

# Les differences moy et l'écart type en fonction des piezometres

library(dplyr)

group_by(Press_piezo_101, piezometres) %>%
  summarise(
    count = n(),
    mean = mean(pression, na.rm = TRUE),
    sd = sd(pression, na.rm = TRUE),
    mediane = median(pression, na.rm = TRUE)
  )

# Boite à moustache de la pression

# install.packages("ggplot2")
library(ggplot2)

Press_piezo_101 %>%
  ggplot( aes(x=piezometres, y=pression, fill=piezometres)) +
  geom_boxplot() +
  xlab("") +
  theme(legend.position="right") +
  xlab("") +
  ggtitle("Boxplot de la pression") +
  xlab("piezometres") +
  theme(panel.background = element_rect(fill = "lightblue", colour = "lightblue", size = 0.25,
                                         linetype = 2), panel.grid.major = element_line(size = 0.9, linetype = 1, colour = "white"),
        panel.grid.minor = element_line(size = 0.9, linetype = 'solid', colour = "white"))

*****  

-----Normalité-----  

*****  

*****  

p1 = Temp_piezo_101$temperature
p2 = Temp_piezo_101$piezometres

# Test ANOVA
temp_101.aov = aov(p1 ~ p2, data = Temp_piezo_101)
summary(temp_101.aov)

# Test Tukey
TukeyHSD(temp_101.aov)

# Les differences moy et l'écart type en fonction des piezometres
library(dplyr)
group_by(Temp_piezo_101, piezometres) %>%
  summarise(
    count = n(),
```

```

mean = mean(temperature, na.rm = TRUE),
sd = sd(temperature, na.rm = TRUE),
mediane = median(temperature, na.rm = TRUE)
)

# Boxplot de la temperature

Temp_piezo_101 %>%
  ggplot( aes(x=piezometres, y=temperature, fill=piezometres)) +
  geom_boxplot() +
  xlab("piezometres") +
  theme(legend.position="right") +
  xlab("") +
  ggtitle("Boxplot de la temperature") +
  xlab("piezometres") +
  theme(panel.background = element_rect(fill = "lightblue", colour = "lightblue", size = 0,25,
  linetype = 2), panel.grid.major = element_line(size = 0.9, linetype = 1,colour = "white"),
  panel.grid.minor = element_line(size = 0.9, linetype = 'solid',colour = "white"))

# _____Test d'égalité de moyennes de la zone 101_profondeur_____ #

p1 = Prof_piezo_101$profondeur
p2 = Prof_piezo_101$piezometres

# Test ANOVA
prof_101.aov = aov(p1~p2, data =Prof_piezo_101)
summary(prof_101.aov)

# Test Tukey
TukeyHSD(prof_101.aov)

# Les differences moy et l'écart type en fonction des piezometres

library(dplyr)
group_by(Prof_piezo_101, piezometres) %>%
  summarise(
    count = n(),
    mean = mean(profondeur, na.rm = TRUE),
    sd = sd(profondeur, na.rm = TRUE),
    mediane = median(profondeur, na.rm = TRUE)
  )

# Boxplot de la profondeur

Prof_piezo_101 %>%
  ggplot( aes(x=piezometres, y=profondeur, fill=piezometres)) +
  geom_boxplot() +
  xlab("piezometres") +
  theme(legend.position="right") +
  xlab("") +
  ggtitle("Boxplot de la profondeur") +
  xlab("piezometres") +
  theme(panel.background = element_rect(fill = "lightblue", colour = "lightblue", size = 0,25,

```

```

linetype = 2), panel.grid.major = element_line(size = 0.9, linetype =
1, colour = "white"),
panel.grid.minor = element_line(size = 0.9, linetype = 'solid', colour
= "white"))

```

EXEMPLE D'UN TEST DU KHI DEUX

```

P10 = read.csv("E:/PROJET/ZONE HUMIDITE/ZH101/zh101/zh_101_10.csv", dec =
".", sep = ";", header = TRUE)
P11 = read.csv("E:/PROJET/ZONE HUMIDITE/ZH101/zh101/zh_101_11.csv", dec =
".", sep = ";", header = TRUE)

#####
classeNoms=function(x,y){
  x$classe=NA
  x$classe[(x[,4]>800 & x[,4] <850)]="classe1"
  x$classe[(x[,4]>850 & x[,4] <900)]="classe2"
  x$classe[(x[,4]>900 & x[,4] <950)]="classe3"
  x$classe[(x[,4]>950 & x[,4] <1000)]="classe4"

  y$classe=NA
  y$classe[(y[,4]>800 & y[,4] <850)]="classe1"
  y$classe[(y[,4]>850 & y[,4] <900)]="classe2"
  y$classe[(y[,4]>900 & y[,4] <950)]="classe3"
  y$classe[(y[,4]>950 & y[,4] <1000)]="classe4"

  return(data.frame(x[,5],y[,5]))
}

tabClasse=classeNoms(P10,P11)
names(tabClasse)=c("p1","p2")

tc=table(tabClasse)
khi2_test = chisq.test(tc)

#####
chisq.test(P10$profondeur, P11$profondeur)

#-----Hypothèses de test----- #

setwd("E:/PROJET")

# H0: Les données sont normales
# H1: Les données ne sont pas normales

meteo = read.csv("E:/PROJET/6 - Meteo/Meteo 1959-2018 Safran.csv", sep =
";", dec = ",", header = TRUE)

temp = ks.test(meteo[,2] , "pnorm", mean(meteo[,2]), sd(meteo[,2]))
prec = ks.test(meteo[,3] , "pnorm", mean(meteo[,3]), sd(meteo[,3]))
etp = ks.test(meteo[,4] , "pnorm", mean(meteo[,4]), sd(meteo[,4]))

```

```

x=temp$statistic
y=temp$p.value
z=temp$method
res1 = data.frame(x, y, z)
colnames(res1) = c("resulta test","p value","test")
row.names(res1) = c("temperature")

x1=prec$statistic
y1=prec$p.value
z1=prec$method
res2 = data.frame(x1, y1, z1)
colnames(res2) = c("resulta test","p value","test")
row.names(res2) = c("pluie")

x2=etp$statistic
y2=etp$p.value
z2=etp$method
res3 = data.frame(x2, y2, z2)
colnames(res3) = c("resulta test","p value","test")
row.names(res3) = c("evaporation")

library(car)

library(tidyr)
library(ggplot2)

qqnorm(meteo[,2], col = "steelblue", main = "qqnorm de la temperature")
qqline(meteo[,2], col = "red", lty = 1)

qqPlot(meteo[,2], col = "black", main = "qqplot de la temperature")

qqnorm(meteo[,3], col = "steelblue", main = "qqnorm de la precipitation")
qqline(meteo[,3], col = "red", lty = 1)

qqPlot(meteo[,3], col = "black", main = "qqplot de la precipitation")

qqnorm(meteo[,4], col = "steelblue", main = "qqnorm de la profondeur")
qqline(meteo[,4], col = "red", lty = 1)

qqPlot(meteo[,4], col = "black", main = "qqplot de la profondeur")

pression101 = data.frame(zone101[,1],zone101[,2], zone101[,5], zone101[,8], zone101[,11], zone101[,14], zone101[,17], zone101[,20], zone101[,23], zone101[,26], zone101[,29])

pression102 = data.frame(zone102[,1],zone102[,2], zone102[,5], zone102[,8], zone102[,11], zone102[,14])

pression103 = data.frame(zone103[,2],zone103[,3], zone103[,6], zone103[,9], zone103[,12], zone103[,15], zone103[,18], zone103[,21])

```

```

pression104 = data.frame(zone104[,2],zone104[,3], zone104[,6], zone104[,9],
  zone104[,12], zone104[,15], zone104[,18], zone104[,21], zone104[,24],
  zone104[,27])

pression105 = data.frame(zone105[,2],zone105[,3], zone105[,6], zone105[,9],
  zone105[,12], zone105[,15], zone105[,18], zone105[,21], zone105[,24],
  zone105[,27], zone105[,30],zone105[,33], zone105[,36], zone105[,39], zone105[,42],
  zone105[,45], zone105[,48], zone105[,51],zone105[,54])

pression = data.frame(pression101, pression102[,2:6], pression103[,2:8],
  pression104[,2:10], presion105[,2:19])

pressmoy = rowMeans(pression[,2:50])

press_moy = data.frame(zone101[,1],pressmoy)
colnames(press_moy)=c("date","pression")

test_press = ks.test(press_moy[,2] , "pnorm",mean(press_moy[,2]),sd(press_moy[,2]))

x9=test_press$statistic
y9=test_press$p.value
z9=test_press$method
res9 = data.frame(x9, y9, z9)
colnames(res9) = c("resultat test","p value","test")
row.names(res9) = c("press piezo")

#install.packages("qqplotr")
library(ggplot2)

qqPlot(press_moy[,2], col = "steelblue", main = "qqplot de la press des piezo")

# Histogramme et frequence

press_moy_hist =rnorm(press_moy[,2] ,mean(press_moy[,2]),sd(press_moy[,2]))
hist(press_moy_hist, probability = TRUE,main ="histogramme de la pression moyenne des piezo")
curve(dnorm(x,mean(press_moy_hist)),sd(press_moy_hist)),add=T,col="red")

# Test de normalite de la temperature des 5 zones

temperature101 = data.frame(zone101[,1],zone101[,3], zone101[,6], zone101[,9],
  zone101[,12], zone101[,15], zone101[,18], zone101[,21], zone101[,24],
  zone101[,27], zone101[,30])

temperature102 = data.frame(zone102[,1],zone102[,3], zone102[,6], zone102[,9],
  zone102[,12], zone102[,15])

temperature103 = data.frame(zone103[,2],zone103[,4], zone103[,7], zone103[,10],
  zone103[,13], zone103[16], zone103[19], zone103[22])

temperature104 = data.frame(zone104[,2],zone104[,4], zone104[,7], zone104[,10],
  zone104[,13], zone104[,16], zone104[,19], zone104[,22], zone104[
```

```

,25], zone104[,28])

temperature105 = data.frame(zone105[,2],zone105[,4], zone105[,7], zone105[,10], zone105[,13], zone105[,16], zone105[,19], zone105[,22], zone105[,25], zone105[,28], zone105[,31],zone105[,34], zone105[,37], zone105[,40], zone105[,43], zone105[,46], zone105[,49], zone105[,52],zone105[,55])

temperature = data.frame(temperature101, temperature102[,2:6], temperature103[,2:8], temperature104[,2:10], temperature105[,2:19])

tempmoy = rowMeans(temperature[,2:50])

temp_moy = data.frame(zone101[,1],tempmoy)

test_temp = ks.test(temp_moy[,2] , "pnorm",mean(temp_moy[,2]),sd(temp_moy[,2]))

x10=test_temp $statistic
y10=test_temp $p.value
z10=test_temp $method
res10 = data.frame(x10, y10, z10)
colnames(res10) = c("resultat test","p value","test")
row.names(res10) = c("temp piezo")

qqPlot(temp_moy[,2], col = "steelblue", main = "qqplot de la temp des piezo")

# Histogramme et frequence

temp_moy_hist =rnorm(temp_moy[,2] ,mean(temp_moy[,2]),sd(temp_moy[,2]))
hist(temp_moy_hist, probability = TRUE,main ="histogramme de la temperature moyenne des piezo")
curve(dnorm(x,mean(temp_moy_hist),sd(temp_moy_hist)),add=T,col="red")

# Test de normalite de la profunduer des 5 zones

profondeur101 = data.frame(zone101[,1],zone101[,4], zone101[,7], zone101[,10], zone101[,13], zone101[,16], zone101[,19], zone101[,22], zone101[,25], zone101[,28], zone101[,31])

profondeur102 = data.frame(zone102[,1],zone102[,4], zone102[,7], zone102[,10], zone102[,13], zone102[,16])

profondeur103 = data.frame(zone103[,1],zone103[,4], zone103[,7], zone103[,10], zone103[,13], zone103[,16], zone103[,19], zone103[,22])

profondeur104 = data.frame(zone104[,1],zone104[,4], zone104[,7], zone104[,10], zone104[,13], zone104[,16], zone104[,19], zone104[,22], zone104[,25], zone104[,28])

profondeur105 = data.frame(zone105[,1],zone105[,4], zone105[,7], zone105[,10], zone105[,13], zone105[,16], zone105[,19], zone105[,22], zone105[,25], zone105[,28], zone105[,31],zone105[,34], zone105[,37], zone105[,40], zone105[,43], zone105[,46], zone105[,49], zone105[,52],zone105[,55])

```

```

profondeur = data.frame(profondeur101, profondeur102[,2:6], profondeur103[,2:8], profondeur104[,2:10], profondeur105[,2:19])

profmoy = rowMeans(profondeur[,2:50])

prof_moy = data.frame(zone101[,1], profmoy)

test_prof = ks.test(prof_moy[,2] , "pnorm", mean(prof_moy[,2]), sd(prof_moy[,2]))
x11=test_prof $statistic
y11=test_prof $p.value
z11=test_prof $method
res11 = data.frame(x11, y11, z11)
colnames(res11) = c("resultat test","p value","test")
row.names(res11) = c("prof piezo")

qqPlot(prof_moy[,2], col = "steelblue", main = "qqplot de la prof des piezo")

X11()
par(mfrow=c(2,3))

qqPlot(press_moy[,2], col ="black", main = "qqplot press_moy", col.lines = "red")
qqPlot(temp_moy[,2], col ="black", main = "qqplot temp_moy", col.lines = "red")
qqPlot(prof_moy[,2], col ="black", main = "qqplot prof_moy", col.lines = "red")

press_moy_hist =rnorm(press_moy[,2] ,mean(press_moy[,2]),sd(press_moy[,2]))
hist(press_moy_hist, probability = TRUE,main ="hist press_moy")
curve(dnorm(x,mean(press_moy_hist)),sd(press_moy_hist)),add=T,col="red")

temp_moy_hist =rnorm(temp_moy[,2] ,mean(temp_moy[,2]),sd(temp_moy[,2]))
hist(temp_moy_hist, probability = TRUE,main ="hist temp_moy")
curve(dnorm(x,mean(temp_moy_hist)),sd(temp_moy_hist)),add=T,col="red")

prof_moy_hist =rnorm(prof_moy[,2] ,mean(prof_moy[,2]),sd(prof_moy[,2]))
hist(prof_moy_hist, probability = TRUE,main ="hist prof_moy")
curve(dnorm(x,mean(prof_moy_hist)),sd(prof_moy_hist)),add=T,col="red")

#_____PARTIE DEBIT_____
Pinata_temoin <- read.csv("E:/PROJET/Données débit/Pinata Temoin.csv", sep =";", dec = ",", header = TRUE )
str(Pinata_temoin)

```

```

Pinata_mesure <- read.csv("E:/PROJET/Données débit/Pinata_mesuré.csv", sep = ";", dec = ",", header = TRUE )
str(Pinata_mesure)

Pountarrou_mesure <- read.csv("E:/PROJET/Données débit/Pountarrou_mesure.csv", sep = ";", dec = ",", header = TRUE )
str(Pountarrou_mesure)

#Tests de Kolmokorov Smirnov

test_debit_Pin_T = ks.test(Pinata_temoin[,8] , "pnorm",mean(Pinata_temoin[,8]),sd(Pinata_temoin[,8]))

x12=test_debit_Pin_T $statistic
y12=test_debit_Pin_T $p.value
z12=test_debit_Pin_T $method
res12 = data.frame(x12, y12, z12)
colnames(res12) = c("resultat test","p value","test")
row.names(res12) = c("D?bit Pin_T")

test_debit_Pin_M = ks.test(Pinata_mesure[,7] , "pnorm",mean(Pinata_mesure[,7]),sd(Pinata_mesure[,7]))

x13=test_debit_Pin_M $statistic
y13=test_debit_Pin_M $p.value
z13=test_debit_Pin_M $method
res13 = data.frame(x13, y13, z13)
colnames(res13) = c("resultat test","p value","test")
row.names(res13) = c("D?bit Pin_M")

test_debit_Pount = ks.test(Pountarrou_mesure[,8] , "pnorm",mean(Pountarrou_mesure[,8]),sd(Pountarrou_mesure[,8]))

x14=test_debit_Pount $statistic
y14=test_debit_Pount $p.value
z14=test_debit_Pount $method
res14 = data.frame(x14, y14, z14)
colnames(res14) = c("resultat test","p value","test")
row.names(res14) = c("D?bit Pount")

# partie graphe

par(mfrow=c(2,3))

qqPlot(Pountarrou_mesure[,8], col ="black", main = "qqplot du debit Pountarrou Mesure",col.lines = "red")

library(pastecs)

stat.desc(Pountarrou_mesure[,8], norm = TRUE)# Calcul du skewness et du kurtosis

```

```

qqPlot(Pinata_mesure[,7], col ="black", main = "qqplot du debit Pinata Mesure",col.lines = "red")

qqPlot(Pinata_temoin[,8], col ="black", main = "qqplot du debit Pinata Temoin",col.lines = "red")

# Histogramme et fréquence (Pinata Temoin)

debit=rnorm(Pinata_temoin[,8] ,mean(Pinata_temoin[,8]),sd(Pinata_temoin[,8]))
hist(debit, probability = TRUE,main ="histogramme du débit Pinata temoin")
curve(dnorm(x,mean(debit),sd(debit)),add=T,col="red")

# Histogramme et fréquence (Pinata mesure)

debit1=rnorm(Pinata_mesure[,7] ,mean(Pinata_mesure[,7]),sd(Pinata_mesure[,7]))
hist(debit1, probability = TRUE,main ="histogramme du débit Pinata mesure")
curve(dnorm(x,mean(debit1),sd(debit1)),add=T,col="red")

# Histogramme et fréquence (Pountarrou mesure)

debit2=rnorm(Pountarrou_mesure[,8] ,mean(Pountarrou_mesure[,8]),sd(Pountarrou_mesure[,8]))
hist(debit2, probability = TRUE,main ="histogramme du débit Pountarrou")
curve(dnorm(x,mean(debit2),sd(debit2)),add=T,col="red")

#-----TABLEAU DE PVALUE-----

res = rbind(res1, res2, res3, res9, res10, res11, res12, res13, res14)

commentaires = data.frame("rejet de H0")

res_fin = cbind(res,commentaires)
colnames(res_fin) = c("resultat test","p value","test","commentaire")
write.table(res_fin,"resultat de test de normalité.csv",sep=";",col.names = NA)

```

Annexe n°5: Analyse en composante principale (ACP)

```

setwd("E:/PROJET/GRAPHES")
library(FactoMineR)
library(ggplot2)
library(factoextra)

piezo_mois = read.csv("E:/PROJET/ZONE HUMIDITE/la moy des piezo_red.csv"
,dec = ".", sep = ";", header = TRUE)

## Construction de l'ACP
X11()
piezo_acp <- PCA(piezo_mois[c(-15,-28,-44),], quali.sup = 1)

```

```

X11()
plot(piezo_acp, choix = "ind", habillage = 1,cex=0.5)

## Valeurs propres/variances

eig.val <- get_eigenvalue(piezo_acp)
eig.val

## COMMENTAIRE: Le premier axe exprime 94% de l'inertie totale, c'est à dire que 94% de l'information du tableau de données est contenue dans la première dimension.

## Le graphique des valeurs propres / choix des axes

X11()
graphe1 = fviz_eig(piezo_acp, addlabels = TRUE, ylim = c(0, 100))

## GRAPHIQUE DES VARIABLES

var <- get_pca_var(piezo_acp)
var

ind <- get_pca_ind(piezo_acp)

# Coordonnées des variables sur chaque axes
head(var$coord)

# CERCLE DE CORRELATION des variables

graphe2 = fviz_pca_var(piezo_acp, col.var = "black", repel = TRUE)

# Cos2: qualité de représentation du cercle de correlation

head(var$cos2) # cos de chaque variable sur chaque axes

# install.packages("corrplot")
library(corrplot)

X11()
graphe3 = corrplot(var$cos2, is.corr=FALSE)

# Colorer en fonction du cos2: qualité de représentation

X11()
graphe4 = fviz_pca_var(piezo_acp, col.var = "cos2", gradient.cols =c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"), repel = TRUE)

# Contributions aux composantes principales

head(var$coord,Inf)>0.125

head(var$contrib, Inf)>0.125

head(ind$contrib, Inf)

```

```

head(ind$coord,Inf)

X11()
graphe5 = corrplot(var$contrib, is.corr=FALSE)

X11()
graphe6 = fviz_pca_var(piezo_acp, col.var = "contrib", gradient.cols = c
("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),repel = TRUE)

# Créez une variable de regroupement en utilisant kmeans
# Créez 3 groupes de variables (centers = 3)

set.seed(123)
res.km <- kmeans(var$coord, centers = 3, nstart = 25)
grp <- as.factor(res.km$cluster)

# Colorer les variables par groupes

X11()
graphe7 = fviz_pca_var(piezo_acp, col.var = grp, palette = c("#0073C2FF",
"#EFC000FF", "#868686FF"), legend.title = "Cluster")

## GRAPHIQUE: QUALITE ET CONTRIBUTION DES IND

# representation des ind en fonction du cos2

X11()
graphe8 = fviz_pca_ind (piezo_acp, col.ind = "cos2", gradient.cols = c(
"#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),repel = TRUE )

# modifier la taille des points en fonction des ind

# fviz_pca_ind(piezo_acp, col.ind = "cos2", pointsize = "cos2", gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"), repel = TRUE )

head(iris,Inf)
virginica

# La variable Species (index = 5) est supprimée
# avant l'ACP
iris.pca <- PCA(iris [ , - 5], graph = FALSE)

X11()
graphe9 = fviz_pca_ind(iris.pca,geom.ind = "point", # Montre les points
seulement (mais pas le "text")
col.ind = iris$Species, # colorer par groupes
palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
addEllipses = TRUE, # Ellipses de concentration
legend.title = "Groupes")

```

```

# Ajoutez des ellipses de confiance

X11()
graphe10 = fviz_pca_ind(iris.pca, geom.ind = "point", col.ind = iris$Species,
                        palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
                        addEllipses = TRUE, ellipse.type = "confidence",
                        legend.title = "Groups")

X11()
fviz_pca_biplot(piezo_acp, repel = TRUE,
                 col.var = "#2E9FDF", # Variables color
                 col.ind = "#696969" # Individuals color
                )

## PARTIE CLUSTER

# Classification

piezo_hcpc <- HCPC(piezo_acp, graph = FALSE)

# Visualisation du dendrogramme généré par la classification

X11()
graphe11 = fviz_dend(piezo_hcpc,
                      cex = 0.7,      # Taille du texte
                      palette = "jco", # Palette de couleur ?ggpubr::ggpar
                      rect = TRUE, rect_fill = TRUE, # Rectangle autour des groupes
                      rect_border = "jco",           # Couleur du rectangle
                      labels_track_height = 0.8     # Augment l'espace pour le texte
                     )

# Visualiser les individus et colorer par groupes

X11()
graphe12 = fviz_cluster(piezo_hcpc,
                        repel = TRUE, # Evite le chevauchement des textes
                        show.clust.cent = TRUE, # Montre le centre des clusters
                        palette = "jco", # Palette de couleurs, voir ?ggpubr::ggpar
                        ggtheme = theme_minimal(),
                        main = "plan des facteurs"
                       )

# Graphique 3D combinant la classification hiérarchique et le plan des facteurs

X11()
graphe13 = plot(piezo_hcpc, choice = "3D.map")

## EXPORTATION DES GRAPHIQUES

library(magrittr)
library(ggpubr)

ggexport (plotlist = list(graphe1,graphe2,graphe3,graphe4,graphe5, graph

```

```

e6, graphe7,graphe8,graphe9,graphe10,graphe11,graphe12,graphe13), fileame = "PCA.png")

Variation Verticales Journalières

#ZONE 105
matplot(profondeur105[,-9], type ="l",lty=1,lwd=2, col=col6,main ="Variations Verticales Journalieres de la ZONE 105")
axis(1,at=c(1:209) ,labels=zh10110[,1])
legend("bottomleft", inset=0.01,legend=c("p20","p21","p22","p23","p24","p25","p26","p27","p28","p29","p30","p31","p32","p33","p34","p35","p36","p37"),lty=2, col=col6,pch=15,bg= ("white"), horiz=F)

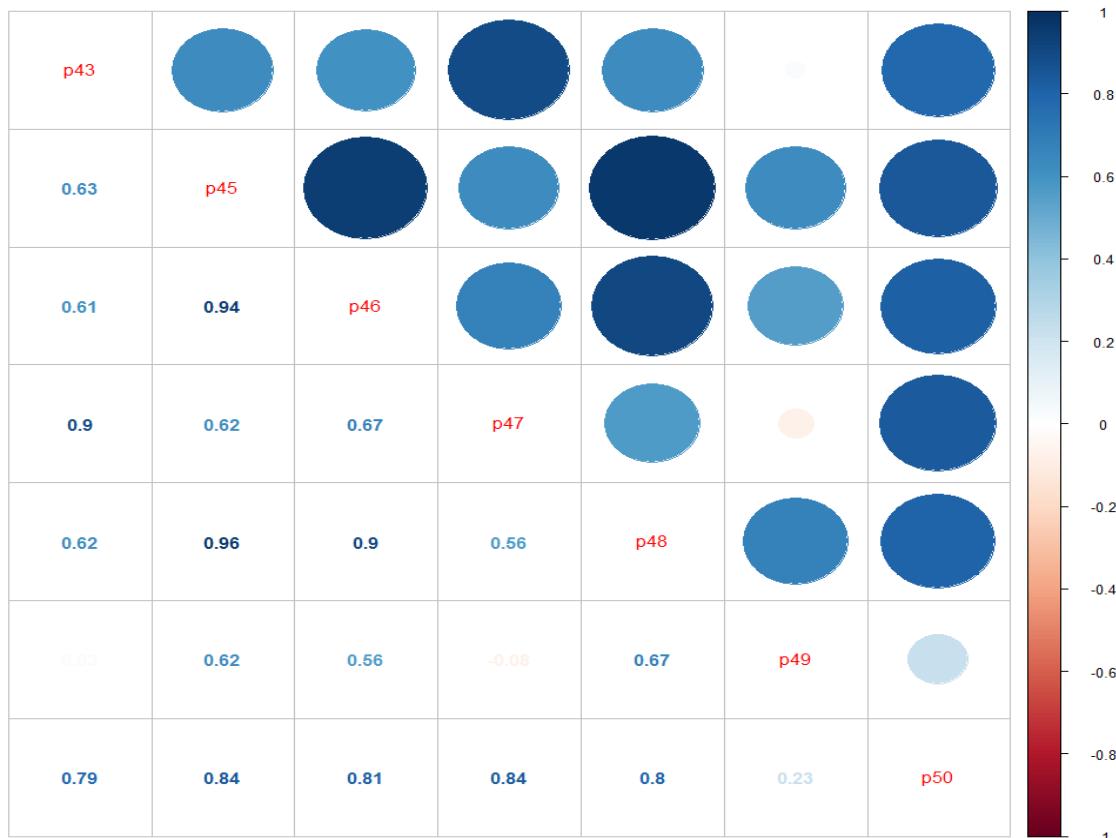
Correlation :

corrProfondeur103=cor(profondeur103)

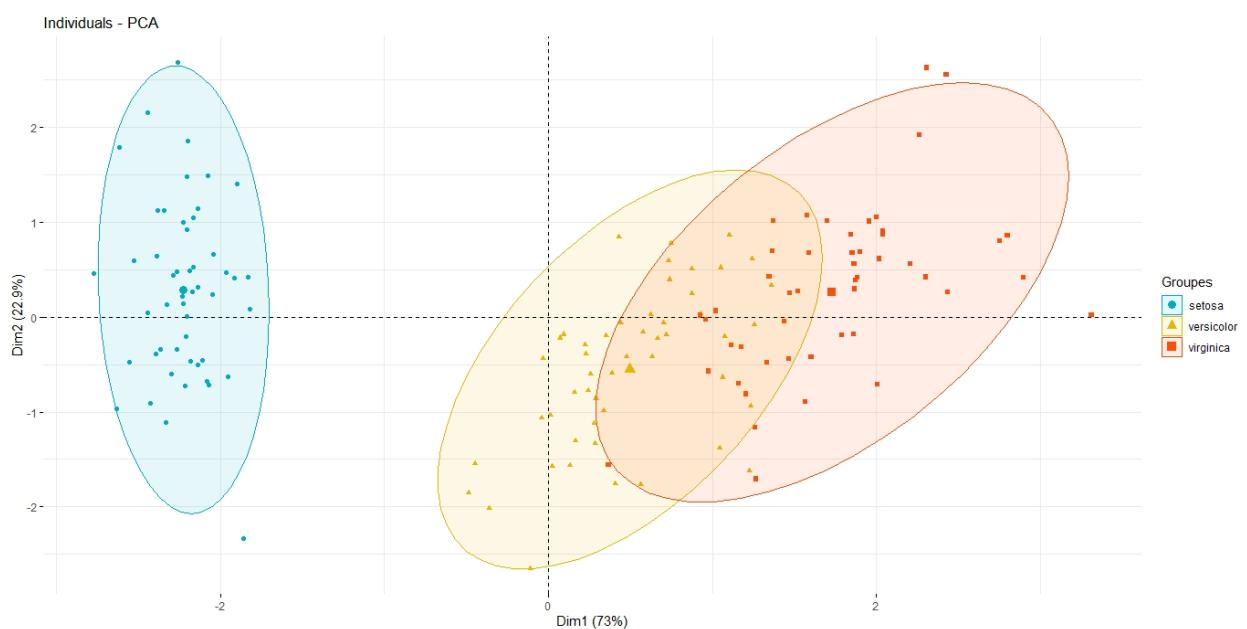
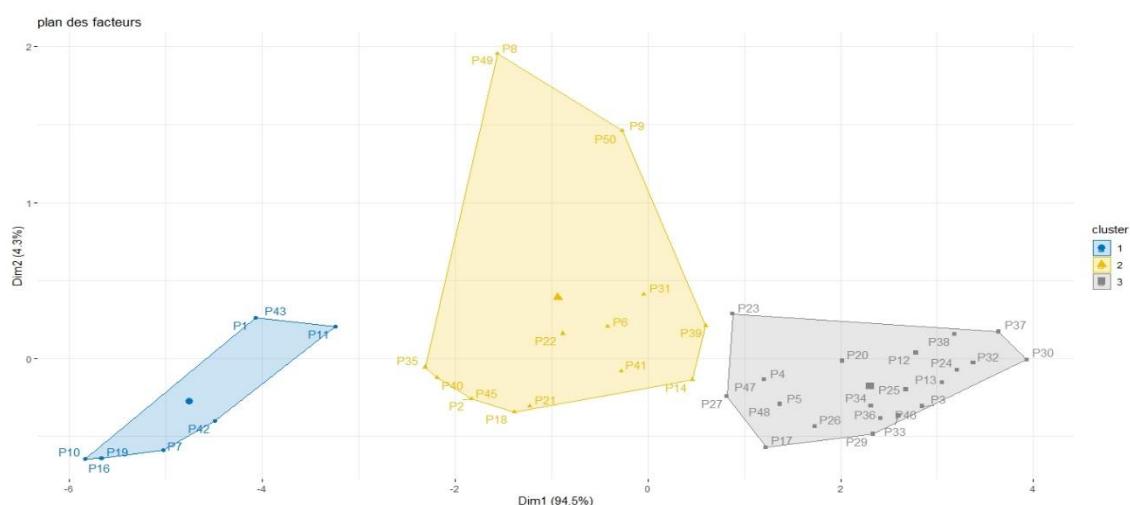
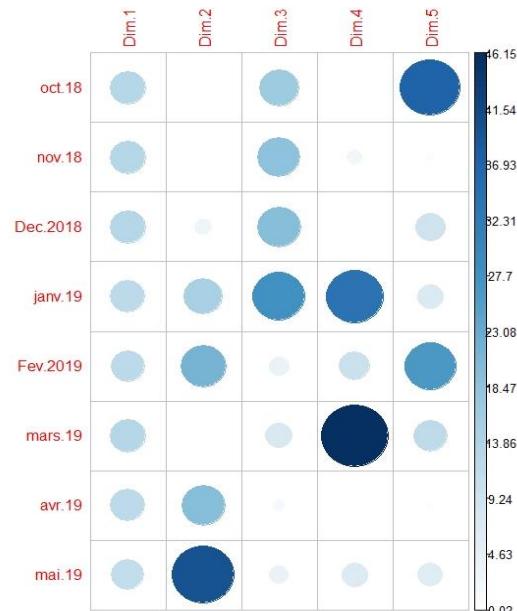
corrplot.mixed(corrProfondeur103)

```

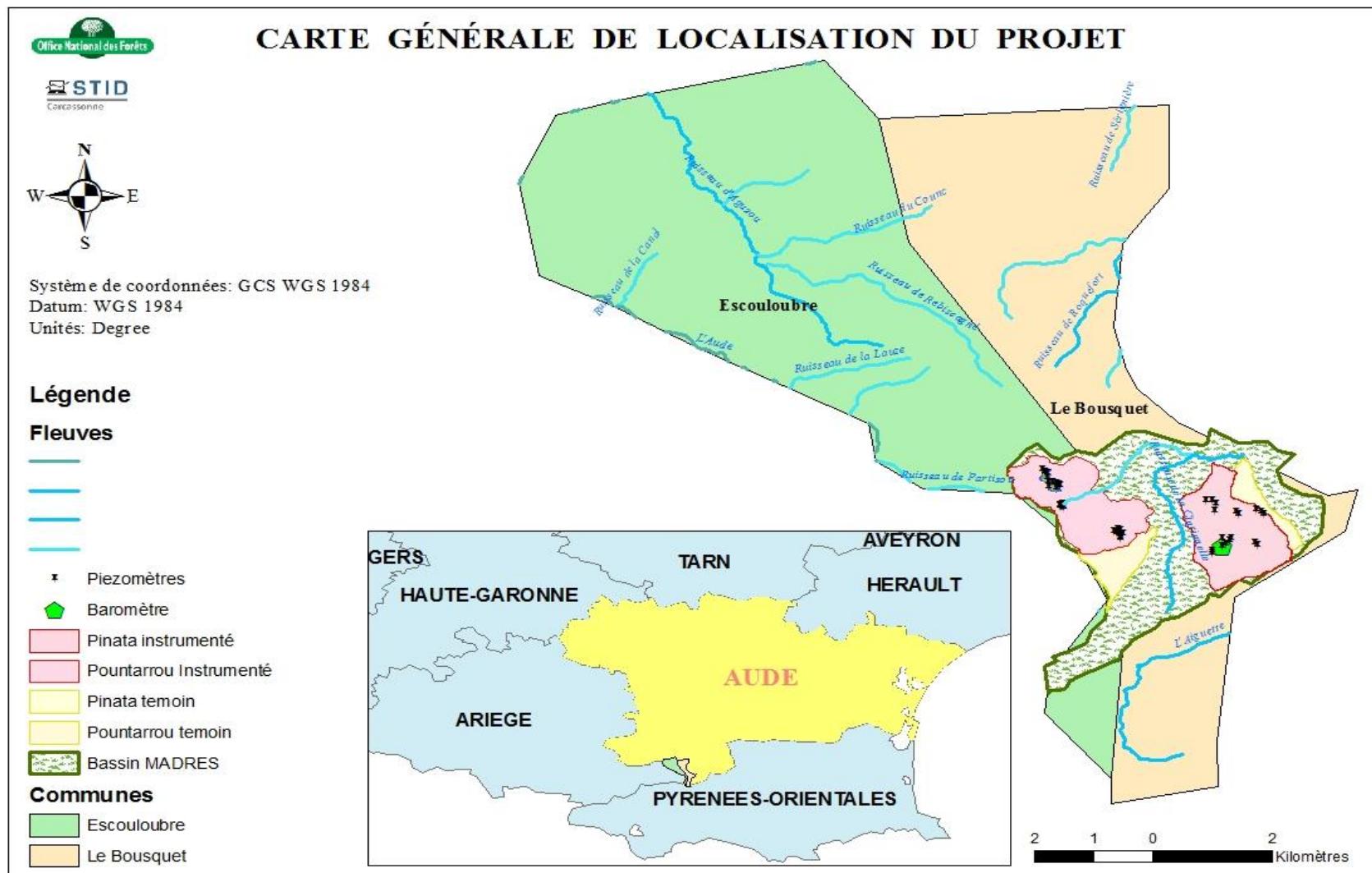
Annexe n°6: Corrélation interne



Annexe n°7: Complément ACP



Annexe n°8: Cartographie de la zone d'étude et de ses bassins

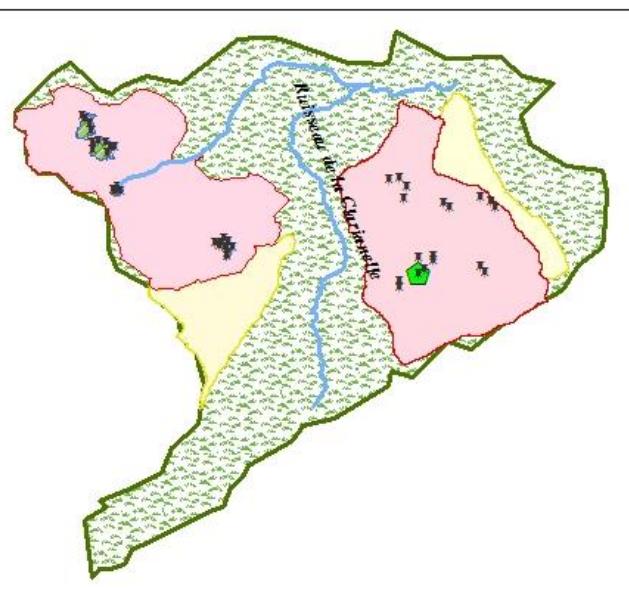
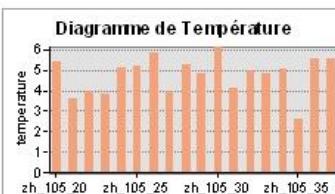




STID
Carcassonne

CARTE BASSIN PINATA INSTRUMENTÉ

OBJECTID *	lat	lon	nom	temperature
1	42,690839	2,191606	zh_105_20	5,484001
2	42,690457	2,191547	zh_105_21	3,611177
3	42,691499	2,193129	zh_105_22	3,998961
4	42,691813	2,193632	zh_105_23	3,87299
5	42,692537	2,194328	zh_105_24	5,170443
6	42,69292	2,194371	zh_105_25	5,225085
7	42,69281	2,193143	zh_105_26	5,932198
8	42,691628	2,198442	zh_105_27	4,011602
9	42,692108	2,198094	zh_105_28	5,376681
10	42,696835	2,199297	zh_105_29	4,907966
11	42,697269	2,199024	zh_105_30	6,191801
12	42,697665	2,198155	zh_105_31	4,151858
13	42,696824	2,195676	zh_105_32	5,0142
14	42,69723	2,195122	zh_105_33	4,888105
15	42,697488	2,191955	zh_105_34	5,12339
16	42,698506	2,192172	zh_105_35	2,601106
17	42,699231	2,191527	zh_105_36	5,814256
18	42,699153	2,190702	zh_105_37	5,647805



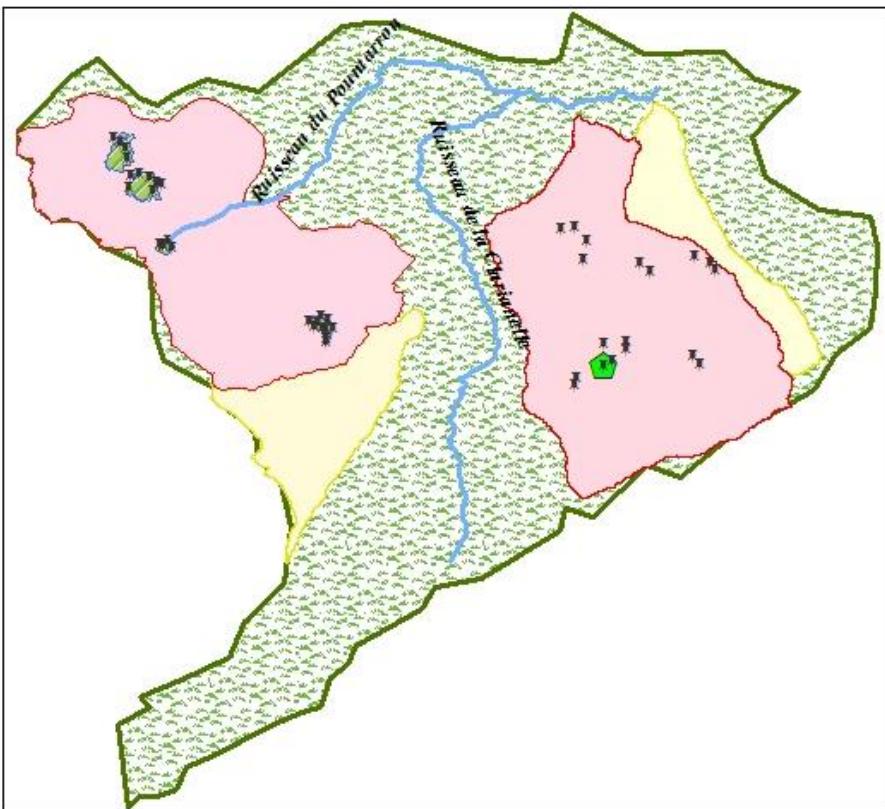
Légende

- * Piezomètres
- ◆ Baromètre
- Pinata instrumenté

Système de coordonnées: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984
Unités: Degree

0,45 0,225 0 0,45
Kilomètres

CARTE BASSIN PINATA TEMOIN



Pinata Temoin

Légende

Pinata témoin

Système de coordonnées: GCS WGS 1984

Datum: WGS 1984

Unités: Degree

0.3 0.15 0

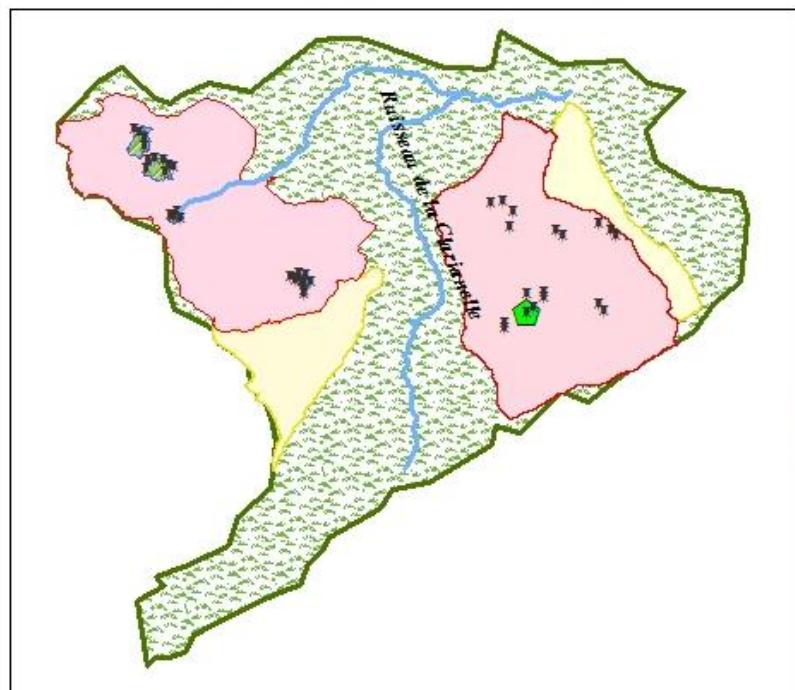
0.3

Kilomètres

CARTE BASSIN POUNTARROU INSTRUMENTÉ



OBJECTID *	lat	lon	nom	temperature
1	42,692845	2,177691	zh_101_10	3,261632
2	42,693083	2,177674	zh_101_11	2,443226
3	42,693522	2,177689	zh_101_12	4,275838
4	42,693675	2,177548	zh_101_13	4,949522
5	42,693931	2,177192	zh_101_14	4,294447
6	42,693721	2,177079	zh_101_15	2,453121
7	42,694022	2,176742	zh_101_16	3,373727
8	42,694105	2,177753	zh_101_17	4,022574
9	42,694287	2,177738	zh_101_18	3,505949
10	42,69359	2,17811	zh_101_19	4,187938
11	42,698167	2,168626	zh_102_38	5,706024
12	42,698284	2,168691	zh_102_39	5,181017
13	42,698094	2,169097	zh_102_40	4,375447
14	42,698487	2,168899	zh_102_41	4,254119
15	42,698306	2,168446	zh_102_42	5,883382

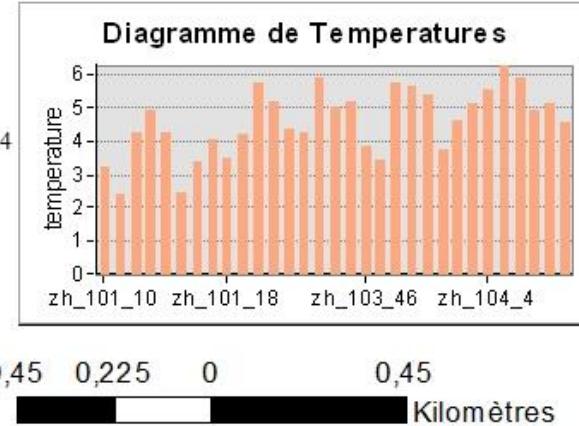


Système de coordonnées: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984
Unités: Degree

Légende

* Piezomètres

Pountarrou Instrumenté

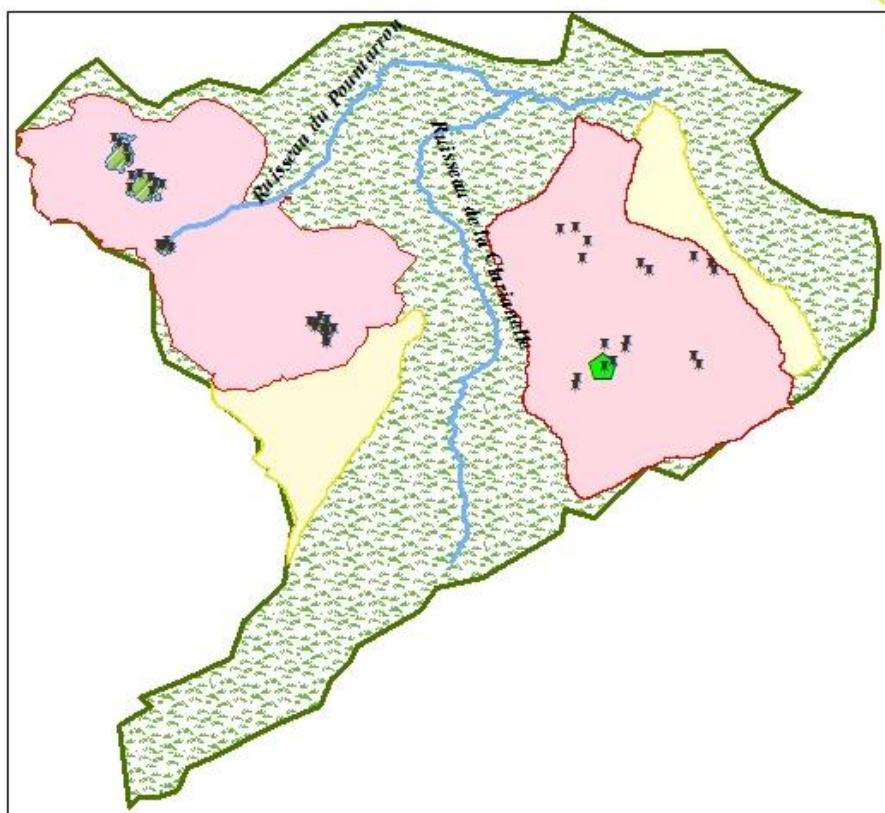




STID
Carcassonne



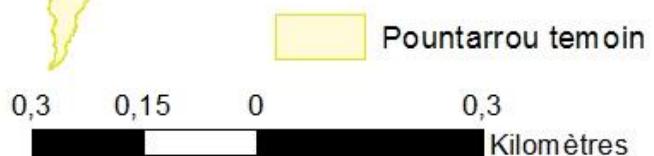
CARTE BASSIN POUNTARROU TEMOIN

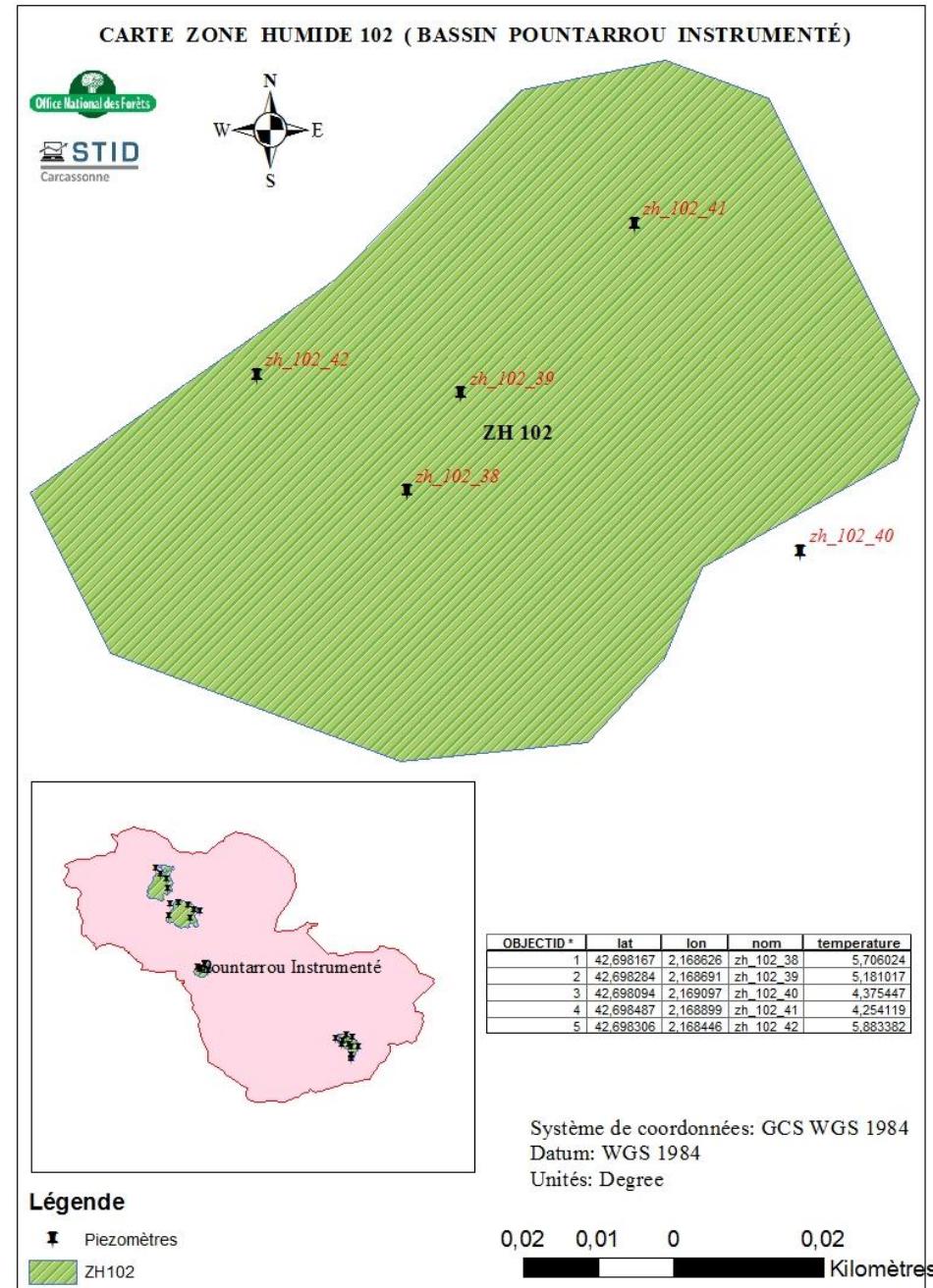
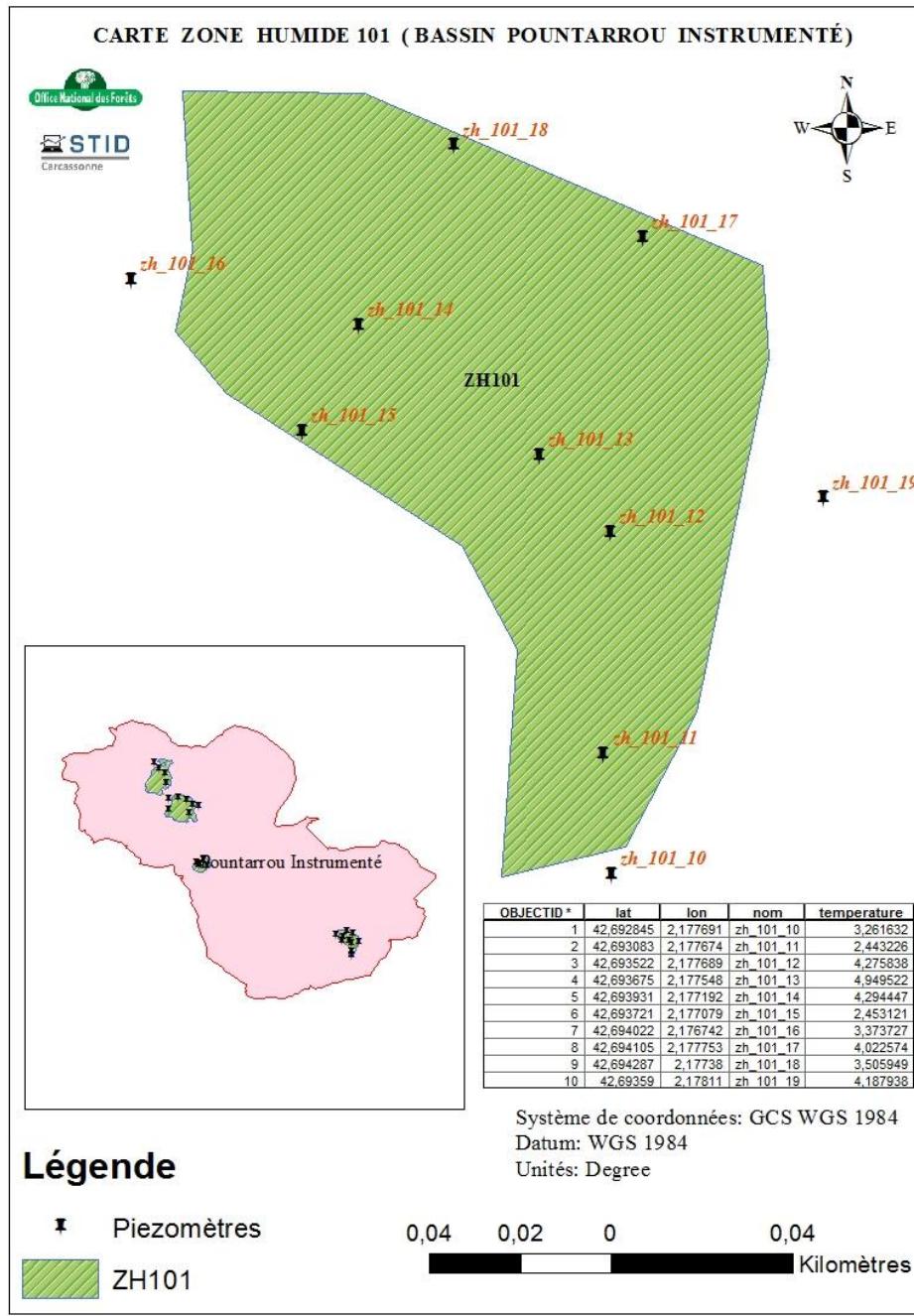


Pountarrou Temoin

Système de coordonnées: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984
Unités: Degree

Légende

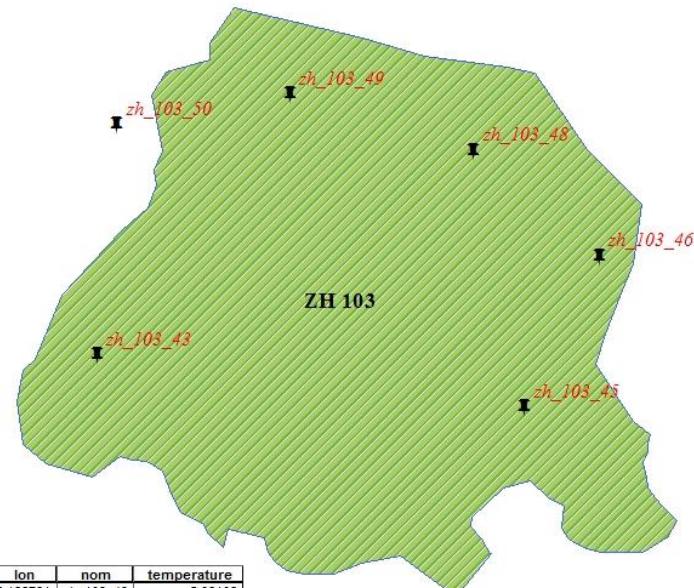




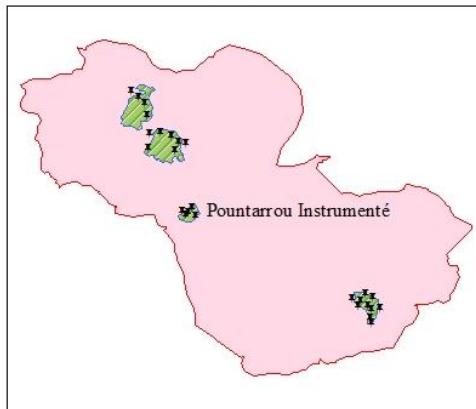
CARTE ZONE HUMIDE 103 (BASSIN POUNTAROU INSTRUMENTÉ)



STID
Carcassonne



OBJECTID *	lat	lon	nom	temperature
1	42,701442	2,168781	zh_103_43	5,06106
2	42,701288	2,168041	zh_103_45	5,183931
3	42,701734	2,168261	zh_103_46	3,880252
4	42,70167	2,168611	zh_103_47	3,426233
5	42,702044	2,167889	zh_103_48	5,714657
6	42,70221	2,167349	zh_103_49	5,684725
7	42,702121	2,166841	zh_103_50	5,418462



Système de coordonnées: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984
Unités: Degree

Légende

■ Piezomètres

■ ZH103

0,06 0,03 0 0,06
Kilomètres

CARTE ZONE HUMIDE 104 (BASSIN POUNTAROU INSTRUMENTÉ)

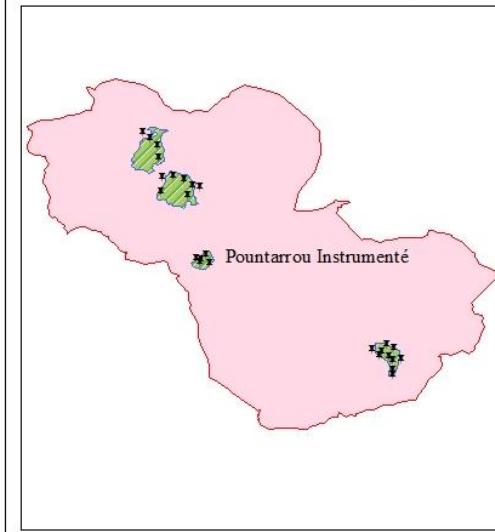
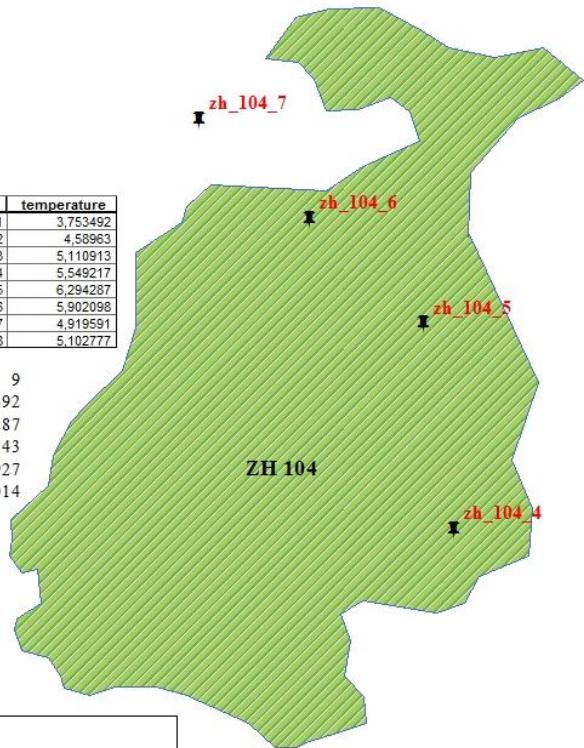


STID
Carcassonne



OBJECTID *	lat	lon	nom	temperature
1	0	0	zh_104_1	3,753492
2	0	0	zh_104_2	4,58963
3	0	0	zh_104_3	5,110913
4	42,703024	2,166685	zh_104_4	5,549217
5	42,703631	2,166595	zh_104_5	6,294287
6	42,703939	2,166259	zh_104_6	5,902098
7	42,704232	2,165935	zh_104_7	4,919591
8	0	0	zh_104_8	5,102777

Nombres des Piezomètres : 9
Minimum des Temperatures: 3,753492
Maximum des Temperature : 6,294287
Somme des Temperature: 45,782343
Moyenne des Temperature: 5,086927
Ecart type des Temperature: 0,72014



Système de coordonnées: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984
Unités: Degree

Légende

■ Piezomètres

■ ZH104

0,04 0,02 0 0,04
Kilomètres

BIBLIOGRAPHIE

1. Lloyd-Hughes B, Saunders MA. A drought climatology for Europe. Int J Climatol. 15 nov. 2002 ; 22 (13) : 1571-92.
2. Aide à l'utilisation de R - Diagramme ombrothermique avec le logiciel R project [Internet]. [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <https://sites.google.com/site/rgraphiques/realiser-des-graphiques-avec-le-logiciel-r/g%C3%A9rer-les-graphiques-combinaisons-forme-et-sauvegarde/combinations-graphiques/diagramme-ombrothermique-avec-le-logiciel-r-project>
3. Analysez et modélez des séries temporelles [Internet]. OpenClassrooms. [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <https://openclassrooms.com/fr/courses/4525371-analysez-et-modelisez-des-series-temporelles>
4. Classification de Köppen. In : Wikipédia [Internet]. 2019 [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Classification_de_K%C3%B6ppen&oldid=159319386
5. Climat Aude (11) en 2019 [Internet]. [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <http://www.linternaute.com/voyage/climat/aude/departement-11>
6. Comprendre les zones humides forestières du bassin versant de l'Aude [Internet]. Office national des forêts. 2019 [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <https://www.onf.fr/onf/+5ea::fonctionnement-des-zones-humides-forestieres-du-bassin-versant-de-laude.html>
7. Évaluez un algorithme de régression [Internet]. OpenClassrooms. [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <https://openclassrooms.com/fr/courses/4297211-evaluez-et-ameliorez-les-performances-d'un-modele-de-machine-learning/4308276-evaluez-un-algorithme-de-regression>
8. Kassambara A, Mundt F. factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses [Internet]. 2019 [cité 14 Jan 2020]. Disponible sur : <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/index.html>
9. Indicateurs d'écart : SCR, MSE, RMSE, MAE et MAPE [Internet]. [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <http://www.jybaudot.fr/Stats/indicecarts.html>
10. Husson F, Josse J, Le S, Mazet J. FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining [Internet]. 2019 [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/index.html>
11. Vaissie P, Monge A, Husson F. Factoshiny: Perform Factorial Analysis from "FactoMineR" with a Shiny Application [Internet]. 2019 [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <https://cran.r-project.org/web/packages/Factoshiny/index.html>
12. Hamner B, Frasco M, LeDell E. Metrics: Evaluation Metrics for Machine Learning [Internet]. 2018 [cité 14 janv. 2020]. Disponible sur : <https://cran.r-project.org/web/packages/Metrics/index.html>
13. Beguería S, Vicente-Serrano SM. SPEI: Calculation of the Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index [Internet]. 2017 [cité 14 Jan 2020]. Disponible sur : <https://cran.r-project.org/web/packages/SPEI/index.html>

