



Université d'Oran 2  
Institut de Maintenance et de sécurité Industrielle

**Mémoire**

**MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine : Sciences et Technologies**

**Filière : Génie Industriel**

**Spécialité : Ingénierie de la maintenance en Instrumentation**

**Maintenance d'une Station Météorologique  
Sans FIL**

Présentée et soutenue publiquement par :

**Fellak Mohamed Nadir  
Merari Housseyn**

Devant le jury composé de :

<b>Mr.Hassini Abedlatif</b>	Grade A	Université d'Oran 2	Encadreur
<b>Mr.Chennoufi Mohamed</b>	Grade A	Université d'Oran2	Président
<b>Mr.Titah Mawloud</b>	Grade B	Université d'Oran2	Examineur

2024

## Résumé :

*Pour garantir que les données météorologiques soient comprises et documentées avec une grande précision et fiabilité, le projet de fin d'étude sur la maintenance de la station météo sans fil Vantage Pro 2 vise à améliorer les performances de ces appareils vitaux. Nous avons donné un aperçu des types de stations météorologiques et de leur importance dans la collecte de données météorologiques précises et fiables, ainsi que de l'historique des stations météorologiques et de leur évolution au fil du temps. Nous avons ensuite présenté notre station que nous souhaitons maintenir. est la station météo sans fil Vantage Pro 2 n° 6162. Après son démontage, nous avons identifié les principaux problèmes que nous avons rencontrés lors des opérations de maintenance, tels que les dysfonctionnements matériels, les interférences radio et les dysfonctionnements logiciels. Nous sommes ensuite passés à la définition de la maintenance, objectifs liés, tels que l'amélioration de la durabilité du matériel, la résolution des problèmes de connexion sans fil et l'amélioration des fonctionnalités du logiciel. nous sommes passés aux résultats. Nous avons vérifié les résultats de la maintenance, en nous concentrant sur les améliorations des performances et de la fiabilité de la station météo sans fil et les défis que nous avons rencontrés lors de la maintenance.*

## Abstract:

*To ensure weather data is understood and documented with high accuracy and reliability, the Vantage Pro 2 Wireless Weather Station Maintenance Graduation Project aims to improve the performance of these vital devices. We have provided an overview of the types of weather stations and their importance in collecting accurate and reliable weather data, as well as the history of weather stations and how they have changed over time. We then presented our station which we wish to maintain. is the Vantage Pro 2 Wireless Weather Station No. 6162. After disassembly, we identified the main problems we encountered during maintenance, such as hardware malfunctions, radio interference and software malfunctions. We then moved on to the definition of maintenance. -related goals, such as improving hardware durability, fixing wireless connection issues, and improving software functionality. we moved on to the results. We verified the maintenance results, focusing on the improvements in performance and*

*reliability of the wireless weather station and the challenges we encountered during maintenance*

المخلص:

لضمان فهم وتوثيق بيانات الاحوال الجوية بدقة وموثوقية عالية، يهدف مشروع نهاية الدراسات المتعلقة بصيانة محطة الأرصاد الجوية اللاسلكية فانتاج برو 2 إلى تحسين أداء هذه الأجهزة الحيوية. حيث قمنا بتقديم نظرة عامة على أنواع محطات الأرصاد الجوية وأهميتها في جمع البيانات الدقيقة والموثوقة للطقس. وكذا تاريخ محطات الطقس و تطورها عبر الزمن ثم انتقلنا الى التعريف بمحطتنا التي نريد ان نقوم بصيانتها المتمثلة في محطة الطقس اللاسلكية فانتاج برو 2 رقم 6162 بعد القيام بتفكيكها حددنا المشكلات الرئيسية التي واجهتنا في عمليات الصيانة، مثل أعطال الأجهزة والتداخلات اللاسلكية وأعطال البرمجيات. وبعد ذلك انتقلنا الى تحديد الأهداف المتعلقة بالصيانة، مثل تحسين متانة الأجهزة وحل مشاكل الاتصال اللاسلكي وتحسين وظائف البرمجيات. باتباع منهجية توضح الأساليب والأدوات المستخدمة في صيانة محطة الأرصاد الجوية، مثل الاختبارات التشخيصية وتحديثات البرمجيات وإصلاحات الأجهزة. وفي الاخير انتقلنا الى النتائج قمنا بالتحقق من نتائج الصيانة، مع التركيز على التحسينات في أداء وموثوقية محطة الطقس اللاسلكية والتحديات التي واجهتنا أثناء الصيانة.

# Remerciements

En une seule page. Nous tenons à remercier tout premièrement Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'études. Aussi, nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur Mr Abdelatif Hassini pour sa patience, le temps. Qu'il nous a consacré malgré ses occupations, son choix de ce thème qui est très important, notamment en ce qui concerne la quantité d'informations qui nous l'avons reçu. Grace à cette occasion de travailler sous sa direction, il nous a ouvert plusieurs horizons de recherches scientifiques et d'innovations à l'avenir. Cordialement et son partage la connaissance, Je prie le Dieu de lui bénir et protéger merci tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour accomplir ce travail.

Remerciement

# Sommaire

Remerciements .....	i
Sommaire .....	ii
Liste des Figures .....	iv
Liste des Tableaux .....	vii
Liste des Abréviations.....	viii
Introduction Générale .....	9
<b>Chapitre 1: Généralités sur la station météorologique .....</b>	<b>10</b>
1.1 histoire des stations météorologiques.....	11
1.2 Evolution des station Météorologiques .....	11
1.3 Stations météorologiques analogiques ou numériques.....	12
1.3.1 Stations météorologiques analogiques .....	12
1.3.2 Stations météorologiques numériques.....	12
1.4 Bases météo.....	12
1.5 Exemples sur Les Bases Météos existantes .....	13
1.5.1 Stations météorologiques locales de base.....	13
1.5.2 Compteurs de vent et de temps de poche.....	13
1.5.3 Stations météorologiques à téléphones intelligents.....	14
1.5.4 Les stations analogiques .....	15
1.5.5 Stations météorologiques professionnelles sans fil .....	15
1.6 Conclusion.....	16
<b>Chapitre 2: Technologie et Capteurs de la station météorologique .....</b>	<b>17</b>
2.1 Station météorologique .....	18
2.2 Composantes de la station météorologique .....	19
2.2.1 Unité principale (console avec afficheur ).....	19
2.2.2 Consoles sans afficheur .....	19
2.2.3 Capteur de rayonnement solaire.....	20
2.2.4 Capteur de rayonnement ultraviolet (UV) .....	21
2.2.5 Anémomètre / girouette pour station météo Vantage Pro / Pro2 .....	22
2.2.6 Pluviomètre.....	24
2.2.7 Sonde de Température et Humidité.....	25
2.2.8 Kit de ventilation active.....	26
2.2.9 Piles .....	26
2.2.10Panneau solaire .....	27
2.2.11Émetteur ISS.....	28
2.2.12Trépied.....	28
2.3 Le système d'acquisition des données .....	29
2.3.1 L'enregistreur des données (Data Logger).....	29
2.3.2 Logiciel d'exploitation (WeatherLink) .....	30
2.4 Le fonctionnement de la station météorologique .....	32
2.5 Les données météorologiques utiles à traiter .....	32
2.6 Conclusion.....	33

<b>Chapitre 3: Généralités sur la maintenance.....</b>	<b>34</b>
3.1 Les différents types de maintenance .....	35
3.1.1 La maintenance corrective.....	35
3.1.2 La maintenance préventive.....	36
3.1.3 Maintenance d'amélioration .....	37
3.2 Les documentation .....	37
3.2.1 Les types de documentation:.....	37
3.2.2 Objectifs de la documentation : .....	38
3.2.3 Contenu de la documentation : .....	38
3.3 les Opérations de maintenance (définition) .....	39
3.4 Conclusion.....	40
<b>Chapitre 4: Maintenance de la station météorologique Davis.....</b>	<b>41</b>
4.1 Les phases de maintenance d'une station météorologique .....	42
4.1.1 Maintenance des pièces extérieures .....	51
4.1.2 Maintenance des pièces intérieures et des composants électroniques .....	54
4.2 Test des fonctions .....	63
4.3 Installation de la station de surveillance.....	66
4.4 Étape post-maintenance.....	70
4.5 Étape post-installation .....	73
4.6 Conclusion.....	76
Conclusion générale.....	77
<b>Bibliographie.....</b>	<b>78</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>81</b>

# Liste des Figures

Figure 1.1: Station météo basic .....	13
Figure 1.2: Anémomètre portable .....	14
Figure 1.3: Station météo Connecté avec wifi.....	14
Figure 1.4: Station météo analogique .....	15
Figure 2.1: Station météorologique sans fil vantage pro 2.....	18
Figure 2.2: Console avec afficheur .....	19
Figure 2.3: Console sans afficheur .....	20
Figure 2.4: Capteur de rayonnement solaire .....	21
Figure 2.5: Capteur de rayonnement ultraviolet (UV).....	22
Figure 2.6: Anemometre/Girouette.....	22
Figure 2.7: Anémomètre .....	23
Figure 2.8: Girouette.....	24
Figure 2.9: Pluviomètre.....	25
Figure 2.10: Capteur de température et humidité .....	25
Figure 2.11: Kit de ventilation active .....	26
Figure 2.12: Les piles.....	27
Figure 2.13: Panneau solaire .....	27
Figure 2.14: Emetteur ISS.....	28
Figure 2.15: Trépied.....	29
Figure 2.16: USB Data Logger.....	29
Figure 2.17: L'interface du logiciel WeatherLink .....	30
Figure 2.18: Les graphiques de baromètre, refroidissement éolien.....	31
Figure 4.1 : Les outils et les équipement utilisé .....	43
Figure 4.2: Voltmeter .....	43
Figure 4.3: Produits de nettoyage .....	44
Figure 4.4: Station météorologique sans fil.....	45
Figure 4.5 : Cage de station.....	45
Figure 4.6: La station météorologique .....	46
Figure 4.7: L'état initial de la station.....	47
Figure 4.8: Panneau solaire .....	48
Figure 4.9: Couvercle pour ventilateur .....	48
Figure 4.10: Trépied d'installation.....	49

Figure 4.11: Collé la couvercle de ventilateur.....	50
Figure 4.12: Collé les panneaux solaires.....	51
Figure 4.13: Nettoyage de panneaux solaires et la carte SIM.....	52
Figure 4.15: Cone de réception pour pluviomètre.....	52
Figure 4.16: Séchage de anémomètre.....	53
Figure 4.17: Séchage de panneaux solaires.....	53
Figure 4.18: Etats initiaux de la carte électronique.....	55
Figure 4.19: Les piles pour ventilation active.....	56
Figure 4.20: Etats initiaux du capteur de température et d'humidité.....	56
Figure 4.21: Carte électronique	Figure 4.22: Etats initiaux des résistances
Figure 4.23: Etats initiaux de ventilateur.....	57
Figure 4.24: Nettoyage de la carte électronique.....	58
Figure 4.25: Nettoyage de capture.....	59
Figure 4.26: Capture après le nettoyage.....	59
Figure 4.27: Nettoyage de ventilateur.....	60
Figure 4.28: Les résistance de la carte électronique.....	60
Figure 4.29: Multimètre.....	61
Figure 4.30: Carte électronique pour abri à ventilation active.....	62
Figure 4.31: Remplacement de résistance de la carte électronique.....	62
Figure 4.32: Après le remplacement de résistance.....	63
Figure 4.33: Remplacé les deux batteries.....	63
Figure 4.34: Test les panneaux solaire avec multimètre.....	64
Figure 4.35: Test de ventilateur avec panneaux solaire.....	65
Figure 4.36: Test la fonction de la carte électronique.....	66
Figure 4.37: Examen de la batterie.....	66
Figure 4.38: Installation du carte électronique dans place.....	67
Figure 4.39: Installation de capture de température dans place.....	67
Figure 4.40: Installation du ventilateur.....	68
Figure 4.41: Abri pour capteur température et humidité.....	68
Figure 4.42: Installer tous les pièce extérieur.....	69
Figure 4.43: Branche les câbles des capteurs dans la Émetteur ISS.....	69
Figure 4.44: Station ventage pro 2 après la maintenance.....	70
Figure 4.45: CD de logiciel.....	71
Figure 4.46: La première image du programme après l'insertion du disque.....	72
Figure 4.47: L'image sert à saisir des informations de cette station.....	72



Figure 4.48 :Images pour identifier les paramètres .....	73
Figure 4.49: USB Data Logger.....	73
Figure 4.50: Interface de logiciel de WeatherLink .....	74
Figure 4.51: Graphiques climatiques .....	75

# Liste des Tableaux

Tableau 2.1 : Les donne de capteur de rayonnement solaire.....21

# Liste des Abréviations

UV	Les rayons Ultraviolets
ISS	Integrated Sensor Suite
ETP	Equivalent Potential Temperature
OT	Ordre de travail
ISO	Organisation internationale de normalisation
M	Mètre
W	Watt
C	Température en degré Celsius
(M/S)	Vitesse du vent en Mètre par second
(KM/H)	Vitesse du vent en Kilomètre par heure
KT	Vitesse de vent en nœud
M <sup>2</sup>	Mètre carré
CM <sup>2</sup>	Centimètre carré
MM	Millimètre
Inch	Pouce
K	Température en Kelvin

# Introduction Générale

Les stations météorologiques peuvent être connectées par câble ou exploitées sans fil. Les modèles câblés impliquent généralement de brancher l'unité d'affichage dans un boîtier contenant les capteurs intégrés. Bien qu'ils soient moins chers que les modèles sans fil.

Typiquement, les stations météorologiques sont constituées d'une infrastructure équipée de capteurs, reliée à un boîtier chargé d'enregistrer les données dans une base de données et de les transmettre généralement via les réseaux de communication mobile.

Dans le premier chapitre introductif, cette recherche vise à donner un aperçu des fondements de la météorologie ainsi qu'un aperçu du développement des stations météorologiques.

Dans le deuxième chapitre, nous sommes passés à l'identification de la station météorologique sans fil, numéro 6162 du rapport d'étude, nous en avons donc fourni une description complète qui présente toutes ses parties internes et externes, ainsi que les capteurs situés à l'intérieur, en plus d'introduire le deuxième partie liée au stockage et à la traduction des informations, avec l'ajout d'images illustratives pour une meilleure compréhension.

Dans le troisième chapitre, nous mettons en lumière l'importance cruciale de la maintenance, ses diverses méthodes, la nécessité d'une documentation exhaustive et examinons en détail les opérations de maintenance.

Dans la quatrième chapitre, une station météorologique a été démontée, examinée et diagnostiquée, puis tous ses défauts ont été identifiés et réparés. Une série d'essais a été effectuée sur chaque composant, y compris les batteries, la carte électronique et les panneaux solaires, pour garantir le bon fonctionnement de la station après la maintenance. Par la suite, un programme appelé Weatherlink a été installé pour stocker et traduire les données météorologiques, connecté à l'enregistreur de données pour recevoir, stocker et transférer les résultats de la station.

# **Chapitre 1: Généralités sur la station météorologique**

---

Dans le premier chapitre introductif, cette recherche vise à donner un aperçu des fondements de la météorologie ainsi qu'un aperçu du développement des stations météorologiques. Les stations météorologiques, telles qu'elles sont définies, représentent un groupe d'appareils de mesure qui comprennent différents capteurs chargés d'enregistrer et de transmettre des données liées aux paramètres physiques liés aux changements climatiques tels que la température, la vitesse du vent, les précipitations, etc.

## 1.1 HISTOIRE DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

L'histoire des bases météorologiques remonte à une époque où les outils météorologiques modernes n'étaient pas encore développés, ce qui ne s'est produit qu'à partir du 15<sup>e</sup> siècle. Avant cette période, l'observation météorologique était rudimentaire, reposant principalement sur l'observation du ciel et la sensation de l'air. Le développement de ces outils météorologiques était motivé non seulement par les besoins agricoles, mais aussi par l'essor des voyages maritimes. En effet, les tempêtes en mer pouvaient être mortelles et les navires, étant propulsés par le vent, dépendaient fortement de la capacité à prédire les conditions météorologiques. Ainsi, l'observation météorologique telle que nous la connaissons aujourd'hui a véritablement commencé à émerger au milieu du 15<sup>e</sup> siècle. Par exemple, en 1441, Munjong, prince héritier de Joseon en Corée, aurait développé le premier pluviomètre [1] . [2]

## 1.2 EVOLUTION DES STATION MÉTÉOROLOGIQUES

Au cours des années 1800 et 1900, les stations météorologiques locales étaient généralement équipées de quelques outils analogiques spécialisés. Les jauges d'humidité étaient utilisées pour mesurer les changements d'humidité dans l'air, tandis que les jauges de pluie et les baromètres étaient utilisés pour déterminer les précipitations passées et futures ainsi que les variations de pression atmosphérique.

De nos jours, les stations météorologiques numériques offrent des capacités améliorées de mesure et de communication des données, rendant les informations météorologiques plus accessibles et compréhensibles. Certaines de ces stations peuvent se connecter à des applications de téléphones intelligents ou à des services en ligne, permettant aux utilisateurs d'accéder à leurs données météorologiques à tout moment et en tout lieu. Les observateurs météorologiques modernes utilisent ces informations pour gérer leurs jardins, surveiller leurs exploitations agricoles et prendre des décisions éclairées.

Les stations météorologiques numériques sont généralement plus précises et plus conviviales, offrant ainsi une meilleure expérience d'utilisation et des données plus fiables pour une variété d'applications météorologiques [3].

### **1.3 STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ANALOGIQUES OU NUMÉRIQUES**

#### **1.3.1 Stations météorologiques analogiques**

Au début des années 1800 et 1900, les stations météorologiques locales étaient généralement équipées de quelques outils analogiques spécialisés. Les jauges d'humidité mesuraient les changements d'humidité dans l'air, tandis que les jauges de pluie et les baromètres aidaient à interpréter les mesures passées et à prédire les conditions futures.

#### **1.3.2 Stations météorologiques numériques**

De nos jours, les stations météorologiques numériques sont capables de fournir des mesures et des rapports météorologiques plus précis. Certaines de ces stations peuvent même se connecter à des applications Android de téléphones intelligents ou à des services en ligne, permettant ainsi aux utilisateurs d'accéder à leurs données météorologiques à tout moment et en tout lieu. Les observateurs météorologiques contemporains utilisent ces informations pour gérer leurs jardins et surveiller leurs exploitations agricoles. Les stations météorologiques numériques deviennent de plus en plus précises et faciles à utiliser [4].

### **1.4 BASES METEOS**

Les bases météo ou les stations météorologiques sont des appareils qui rassemblent et fournissent des informations concernant les grandeurs physiques liées aux variations du climat. Ces grandeurs physiques peuvent être la température, la vitesse du vent, la pluviométrie, la humidité l'éclairement ... etc.

Les bases météo sont utilisées dans plusieurs domaines, concernant l'agronomie par exemple, ces stations sont utilisées pour surveiller l'état du climat dans les serres qui protègent les plantes et les légumes à cultiver de certains risques ou changements climatiques pouvant affecter les plantes ou leurs rendements. Une surveillance météorologique constante nous permet de prendre les solutions nécessaires ou même prévoir les risques potentiels de l'utilisation de systèmes et de logiciels spécifiques pour prévenir les risques liés aux changements climatiques.

Les stations de mesure météorologiques se composent généralement d'une maquette sur lequel des capteurs sont installés. Ces capteurs sont reliés à un boîtier qui enregistre, stocke et généralement envoie les mesures via le réseau mobile à une base de données[5].

## 1.5 EXEMPLES SUR LES BASES METEOS EXISTANTES

### 1.5.1 Stations météorologiques locales de base

Stations météorologiques locales de base envoient les mesures sans fil (wifi...etc.). La plupart de ces stations fournissent des mesures pour la température, l'humidité intérieure/extérieure, la pression barométrique et la vitesse du vent [6]. [7].



Figure 1.1: Station météo basic

### 1.5.2 Compteurs de vent et de temps de poche

Ce genre de station est conçu pour être portable, de taille de poche, et est utilisé lors des déplacements en extérieur. Elle effectue des mesures météorologiques rapides et précises. Ce type de stations peut aller d'un simple anémomètre portable à une station météorologique complète [6]. [7].





Figure 1.2: Anémomètre portable

### 1.5.3 Stations météorologiques à téléphones intelligents

Ces stations météorologiques intègrent un ou plusieurs capteurs qui se connectent via Bluetooth ou un réseau accessible via une application téléchargeable sur un téléphone intelligent [6]. [7].



Figure 1.3: Station météo Connecté avec wifi

#### 1.5.4 Les stations analogiques

Les stations analogiques offrent des mesures météorologiques précises et opportunes, conçues pour une utilisation à la maison, au bureau, dans le jardin ou sur un bateau [6]. [7].



Figure 1.4: Station météo analogique

#### 1.5.5 Stations météorologiques professionnelles sans fil

Ces stations répondent aux normes météorologiques mondiales en raison de leur grande précision. Elles fournissent des mesures de température, de vitesse et de direction du vent, de précipitations, d'humidité, de pression barométrique, etc. [6]. [7].



Figure 1.5: Stations météorologiques professionnelles sans fil

## 1.6 CONCLUSION

En conclusion, ce premier chapitre nous a permis d'explorer en profondeur le monde fascinant des stations météorologiques. Nous avons commencé par une introduction générale à leur importance dans la collecte de données climatiques. Nous avons également compilé une liste exhaustive de références, allant des manuels d'utilisation spécifiques aux stations météorologiques sans fil à des ouvrages généraux sur la météorologie et les technologies associées.

Ce chapitre pose les bases nécessaires pour une compréhension approfondie des stations météorologiques, ouvrant ainsi la voie aux chapitres suivants où nous explorerons en détail les différents aspects de ces équipements et de leur utilisation dans le contexte de la météorologie moderne.

## **Chapitre 2: Technologie et Capteurs de la station météorologique**

---

La bibliographie des stations météorologiques sans fil fournit une perspective complète des sources académiques, des manuels d'utilisation, de la documentation technique et des ressources en ligne pertinentes pour la compréhension, l'exploitation et la maintenance de ces équipements. C'est ce qui nous a aidé dans ce chapitre, ce dernier inclut une description précise de la station météorologique sans fil et de toutes ses parties, en plus du système d'acquisition de données, ainsi que la méthode d'utilisation, et c'est ce que nous avons expliqué.

## 2.1 STATION MÉTÉOROLOGIQUE

### Définition d'une station météorologique

Une station météorologique se compose d'un ensemble de capteurs chargés d'enregistrer et de fournir des mesures physiques des paramètres météorologiques, en relation avec les variations climatiques. Les variables à surveiller incluent la température, la pression atmosphérique, la vitesse et la direction du vent, le point de rosée, les précipitations, la couverture nuageuse et la quantité de précipitations. Les stations peuvent être équipées de capteurs pour l'ensemble ou une partie seulement de ces données, en fonction de leur usage spécifique, qu'il s'agisse d'applications agronomiques, aéroportuaires, routières ou climatologiques, entre autres. Les informations collectées peuvent être transmises directement sous forme de rapports météorologiques, notamment dans le cas des stations automatiques [8].

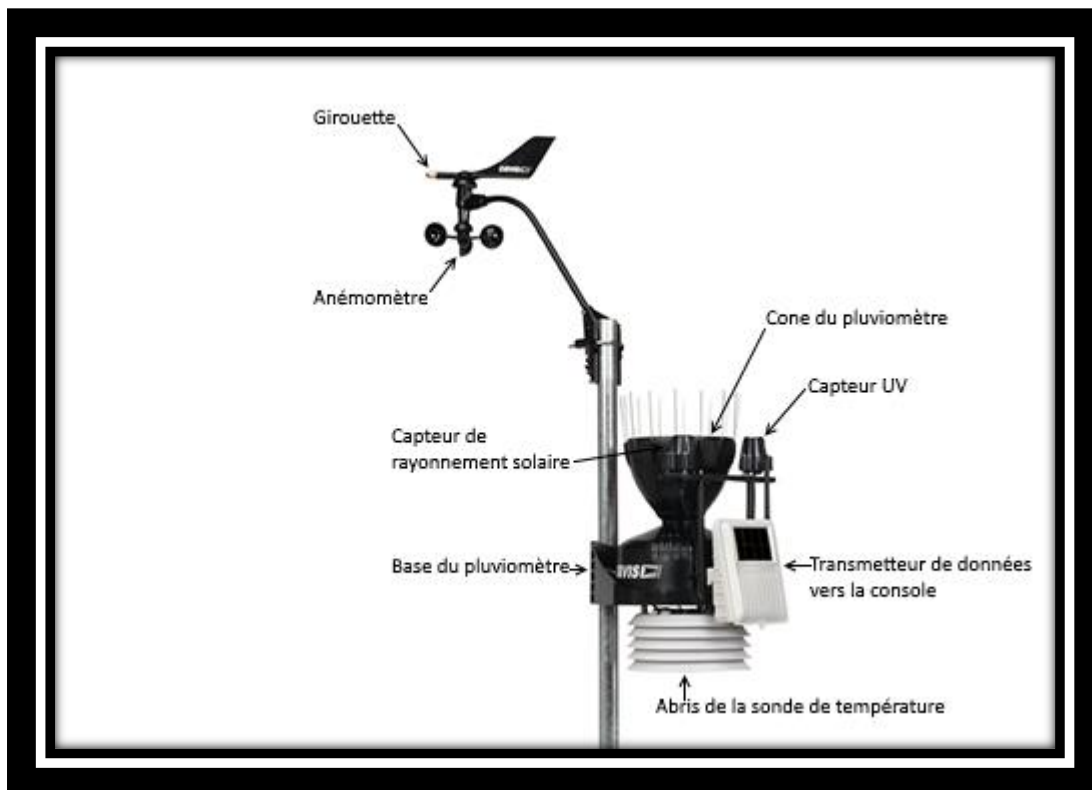


Figure 2.1: Station météorologique sans fil Vantage Pro 2

## 2.2 COMPOSANTES DE LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE

Ils existent plusieurs modèles de station météorologiques, nous décrivons dans ce qui suit le modèle qui est mis à notre disposition : La station Vantage Pro 2 sans fil élaborée par Davis Instrument (équipée en capteurs d'UV et de rayonnement solaire direct).

### 2.2.1 Unité principale (console avec afficheur )

L'unité principale de la station météorologique est une console conçue pour recevoir et afficher les données collectées par les capteurs. Son grand écran tactile rétro-éclairé et offre une interface conviviale pour configurer les paramètres et choisir les données à visualiser. Les capteurs sont reliés à cette console sans fil. De plus, Un enregistreur de données supplémentaire est également disponible pour stocker les informations fournies par la station (Data Logger ) Il existe également un capteur intégré à l'unité de commande, qui est un thermo-hygromètre interne, qui vous permet de mesurer la température, Humidité et pression atmosphérique à l'intérieur[9].

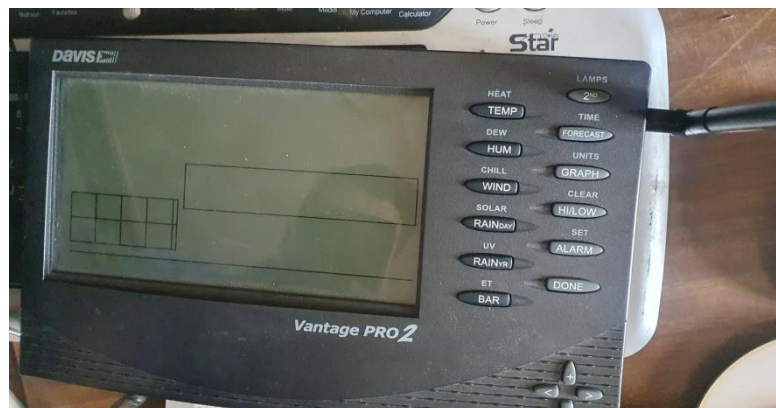


Figure 2.2: Console avec afficheur

### 2.2.2 Consoles sans afficheur

Unité de station météorologique est une unité de contrôle conçue pour recevoir et envoyer les données collectées par des capteurs directement à l'ordinateur afin qu'elles puissent être affichées via un programme WeatherLink. Contrairement à l'unité principale qui reçoit et affiche les données dans l'interface de console, De plus, un enregistreur de données supplémentaire est également disponible pour stocker les informations fournies par la station (Data Logger) [10].



Figure 2.3: Console sans afficheur

### 2.2.3 Capteur de rayonnement solaire

Capteur permettant de faire évoluer une station météo Vantage Pro ou Pro2 (déjà inclus avec la station Vantage Pro2 Plus n°6162FR et n°6163FR). Ce capteur mesure le rayonnement solaire dans le spectre de la lumière visible de 400 à 1100 nanomètres (rayonnement global). Il est en outre requis (avec l'anémomètre et un capteur de température / humidité) si vous souhaitez évaluer l'évapotranspiration (ETP). Il permet de quantifier le rayonnement solaire en Watts / m<sup>2</sup> dans une plage allant de 0 à 1800 W/m<sup>2</sup>. Il est également utilisé pour calculer la durée d'ensoleillement.

L'élément sensible a été conçu afin d'obtenir une réaction précise avec compensation du cosinus. La diode photosensible en silicium fournit une bonne mesure du spectre solaire. Le capot de deux pièces réduit au minimum l'élévation de la température rayonnée par convection et empêche le piégeage des poussières et de l'eau. Inclut un câble de 0,9 m.

Un niveau à bulle permet le positionnement parfait du capteur à l'horizontal. [11].

Tableau 2.1 : Les donne de capteur de rayonnement solaire

Température de fonctionnement	-40°C..... +65°C
Capteur	Photodiode silicone
Réponse spectrale	400...1100 nanomètres
Câble	4 conducteurs, 0,9 m
Connecteur	RJ-11
Résolution et unités	1 W/m <sup>2</sup>
Plage	0...1800 W/m <sup>2</sup>



Figure 2.4: Capteur de rayonnement solaire

#### 2.2.4 Capteur de rayonnement ultraviolet (UV)

Ce capteur permet de transformer une station Vantage Pro en une station Vantage Pro Plus.

Il mesure la partie du spectre UV à l'origine des coups de soleil. Il fournit un index d'UV, la dose moyenne, la dose quotidienne et cumulée.



Le filtre multicouche fournit une réaction spectrale conforme au rayonnement à l'origine des réactions Erythèmes (réaction de la peau à l'exposition prolongée d'UV). Le diffuseur fournit une excellente réaction de type continu.

Le capot de deux pièces réduit l'élévation en température dû au rayonnement solaire par un refroidissement de type convectif du capteur et empêche de dépôt de poussières et d'eau. Inclut un câble de raccordement à l'ISS de 0,9m[11].



Figure 2.5: Capteur de rayonnement ultraviolet (UV)

### 2.2.5 Anémomètre / girouette pour station météo Vantage Pro / Pro2

L'anémomètre et la girouette Dans une station météorologique, l'anémomètre et la girouette travaillent ensemble pour fournir des informations complètes sur les conditions éoliennes, à la fois en termes de vitesse et de direction du vent.



Figure 2.6: Anémomètre / Girouette

### **Anémomètre**

Un anémomètre est un dispositif de mesure utilisé pour mesurer la vitesse du vent. Il fonctionne en capturant l'énergie du vent à l'aide de pales ou de coupelles qui tournent en fonction de la force du vent. Le mouvement rotatif est ensuite converti en données de vitesse du vent, généralement exprimées en kilomètres par heure (km/h), en mètres par seconde (m/s) ou en nœuds (kt). Ces données sont essentielles pour comprendre les conditions météorologiques et pour diverses applications telles que la navigation, l'aviation, et la prévision des tempêtes. [12].



Figure 2.7: Anémomètre

### **Girouette**

Une girouette est un dispositif qui indique la direction du vent. Elle est souvent montée sur un axe vertical et est équipée d'une flèche ou d'un autre indicateur qui pointe dans la direction d'où vient le vent. La girouette permet de déterminer la direction du vent en temps réel, ce qui est important pour la navigation, l'orientation des éoliennes, et d'autres applications où la connaissance de la direction du vent est nécessaire. [13].



Figure 2.8: Girouette

### 2.2.6 Pluviomètre

Un pluviomètre est un instrument de mesure utilisé pour quantifier la quantité de précipitations tombées dans une certaine zone pendant une période de temps donnée. Il est souvent constitué d'un récipient gradué qui recueille l'eau de pluie. En mesurant la hauteur de l'eau accumulée dans le récipient, on peut déterminer la quantité de précipitations tombées.

Le Pluviomètre conforme aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Météorologie.

Il est configurable en 0,01 Inch (0,254 mm) ou 0,2 mm. Le cône recevant les précipitations à une ouverture de 214 cm<sup>2</sup>. Le principe de mesure repose sur deux augets montés sur un axe.

Lorsqu'un auget est rempli, un basculement se produit et l'on comptabilise une impulsion de 0,2

mm (ou 0,01 Inch), le second auget vient se positionner et ainsi de suite. L'eau contenue dans les

augets est éliminée par le socle du pluviomètre.

Un réchauffeur en option peut être installé pour mesurer les précipitations solides (neige, grêle).

Livré avec un câble de 12 m. En option, un support pour pluviomètre est proposé, voir la rubrique

« nécessaire d'installation » [14].



Figure 2.9: Pluviomètre

### 2.2.7 Sonde de Température et Humidité

Ce capteur permet de mesurer les valeurs de température et d'humidité extérieures .

Il est intégré à la station principale et placé à l'ombre afin de ne pas obtenir de fausses valeur. Il est étanche au ruissellement ce qui permet de le placer dans des conditions difficiles[15].



Figure 2.10: Capteur de température et humidité

### 2.2.8 Kit de ventilation active

Ce kit s'adapte sur l'abri passif de station Vantage Pro2 n°6162FR, et permet d'améliorer de 75 % la mesure de l'humidité et de la température. Le moteur aspire l'air extérieur et permet son renouvellement continu minimisant ainsi les effets d'inerties liés aux abris météo passifs. Un panneau solaire est fourni permettant le fonctionnement uniquement le jour [16].



Figure 2.11: Kit de ventilation active

### 2.2.9 Piles

Les piles, généralement de type AA ou C, sont utilisées comme source d'alimentation de secours ou principale pour la station météorologique. Elles fournissent de l'énergie lorsque d'autres sources ne sont pas disponibles, ou lorsqu'il y a des pannes de courant. [17].



Figure 2.12: Les piles

### 2.2.10 Panneau solaire

Panneau solaire: Un panneau solaire est installé pour charger les piles et maintenir leur électricité, qui est ensuite stockée dans les piles. Cela permet une alimentation continue de la station météorologique, même dans des environnements où l'accès à une prise de courant est limité. [18]



Figure 2.13: Panneau solaire

### 2.2.11 Émetteur ISS

(Integrated Sensor Array) pour une station météo sans fil. Les émetteurs de la Station spatiale internationale (ISS) sont des appareils utilisés pour collecter des données météorologiques provenant de divers capteurs tels que des thermomètres, des hygromètres, des baromètres, etc., puis transmettre ces données à un contrôleur central ou à un système de surveillance. Dans le contexte d'une station météorologique sans fil, un émetteur ISS serait probablement monté à l'extérieur pour collecter des données environnementales et les transmettre sans fil à une base de réception intérieure. Cela permet une surveillance en temps réel des conditions météorologiques sans avoir besoin de câbles ni de connexion directe. [19].

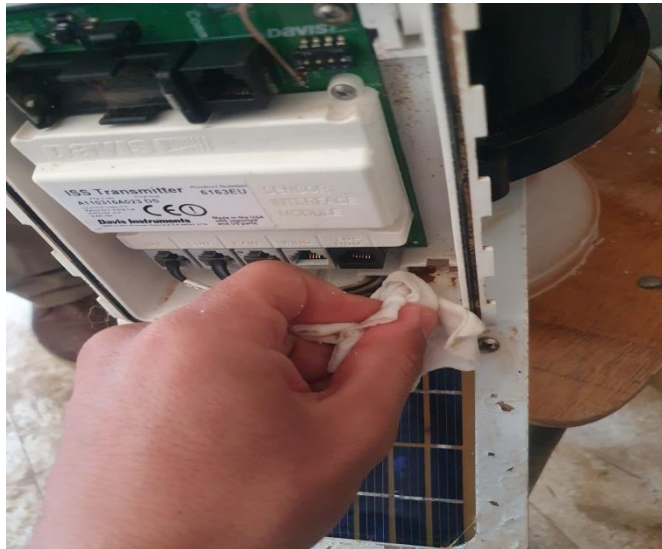


Figure 2.14: Emetteur ISS

### 2.2.12 Trépied

Destiné à recevoir une station météo Vantage Pro2, stations auxiliaires, répéteurs. Ce trépied est en acier galvanisé et peut-être installé à l'extérieur. Les pieds de fixations permettent une adaptation sur tous types de surfaces. Le montage est rapide et convient aux personnes ayant des besoins de mesures itinérants et ponctuels. Un morceau de mât additionnel de 1 m est disponible en option[20].



Figure 2.15: Trépied

## 2.3 LE SYSTEME D'ACQUISITION DES DONNEES

Ils permettent d'exploiter très finement les données collectées par la station météo, ces kits comprennent un enregistreur des données (Data logger) et un logiciel d'exploitation WeatherLink

### 2.3.1 L'enregistreur des données (Data Logger)

Fait généralement référence à la journalisation des données, c'est-à-dire à la collecte et à l'enregistrement automatiques de données sur une période de temps donnée. Dans le contexte d'une station météorologique, un Data Logger peut être un composant essentiel qui collecte et enregistre les lectures des capteurs météorologiques sur une carte mémoire ou un autre support de stockage. [21].



Figure 2.16: USB Data Logger



### 2.3.2 Logiciel d'exploitation (WeatherLink)

WeatherLink est un logiciel de gestion de station météorologique développé par Davis Instruments. Il est conçu pour fonctionner avec les stations météorologiques de Davis, telles que la gamme Vantage Pro2.

WeatherLink permet aux utilisateurs de collecter, stocker et visualiser les données météorologiques provenant de leur station en temps réel. [22].

#### Parmi les fonctionnalités de WeatherLink

- ❖ Sélectionner un intervalle de stockage (Stocker jusqu'à six mois de données, en fonction de l'intervalle de stockage choisi [toutes les 1 minute, autonomie: 42 heures 5 minutes: 8 jours, 10 minutes 17 jours, 15 minutes: 26 jours, 30 minutes: 53 jours, 60 minutes 106 jours, 120 minutes: 213 jours) [22].
- ❖ L'interface du logiciel WeatherLink permet de visualiser les paramètres en temps réel, l'intensité de l'irradiation solaire, index ultraviolet, la vitesse du vent et sa direction, la pression barométrique, les précipitations possible, les températures extérieure et intérieures. [22].



Figure 2.17:L'interface du logiciel WeatherLink

- ❖ Collecte de données en temps réel : Le logiciel recueille les données météorologiques de votre station automatiquement et en temps réel. [22].
- ❖ Graphiques et analyses : WeatherLink vous permet de visualiser vos données sous forme de graphiques et de les analyser pour repérer des tendances météorologiques. [22].

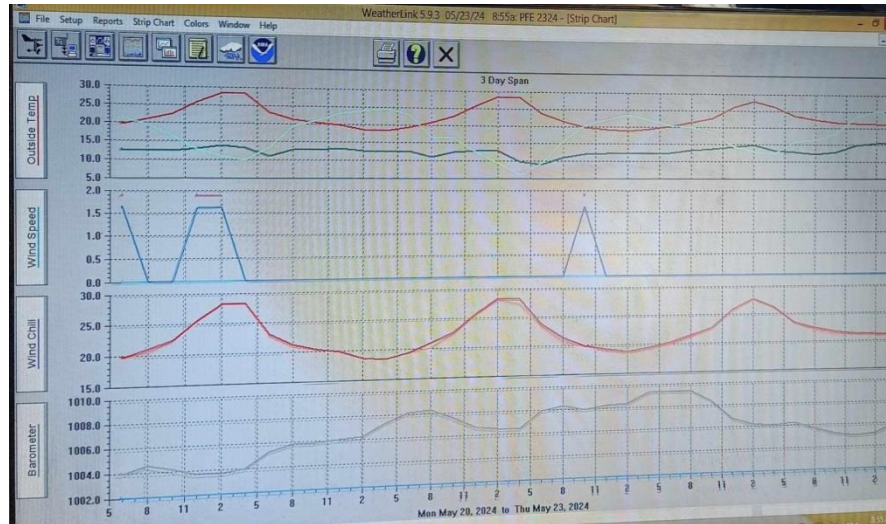


Figure 2.18: Les graphiques de baromètre, refroidissement éolien, vitesse du vent, température extérieure.

- ❖ Téléchargement et partage de données : Vous pouvez télécharger vos données vers votre ordinateur pour les stocker ou les partager en ligne avec d'autres utilisateurs. [22].
- ❖ Alertes personnalisées : Le logiciel peut être configuré pour vous avertir en cas de conditions météorologiques spécifiques, comme des températures extrêmes ou des rafales de vent importantes. [22].
- ❖ Intégration avec d'autres appareils : WeatherLink peut être utilisé avec des accessoires supplémentaires, comme des enregistreurs de données ou des écrans d'affichage, pour une surveillance météorologique plus étendue. [22].
- ❖ WeatherLink est disponible dans différentes versions, notamment une version logicielle pour ordinateur, une version en ligne (WeatherLink.com) et des applications mobiles pour Android, offrant ainsi une grande flexibilité pour accéder à vos données où que vous soyez. [22].

## 2.4 LE FONCTIONNEMENT DE LA STATION METEOROLOGIQUE

Le fonctionnement de la station météorologique repose sur l'ensemble des capteurs intégrés, qui collectent les données météorologiques à la fois à l'extérieur et à l'intérieur. Ces données sont ensuite transmises à la console Vantage Pro2, où elles sont affichées en temps réel. La console offre également la possibilité de générer des graphiques, de définir des alarmes en cas de conditions météorologiques particulières et de conserver un historique des mesures sur plusieurs années.

Pour un stockage plus détaillé des données, il est recommandé d'ajouter un enregistreur de données, également appelé "Datalogger". Celui-ci permet de stocker les données de manière plus précise, et il est conseillé de transférer régulièrement ces données vers un ordinateur station. L'autonomie du Datalogger varie en fonction du paramétrage choisi par l'utilisateur de la station, notamment le pas d'enregistrement.

L'aspect informatique est un complément indispensable à la station météorologique, et cela est assuré par le logiciel WeatherLink fourni par le constructeur de la station. Ce logiciel permet de gérer et d'analyser les données météorologiques de manière plus approfondie, offrant ainsi une vue plus complète des conditions météorologiques enregistrées[22].

## 2.5 LES DONNEES METEOROLOGIQUES UTILES A TRAITER

Les données météorologiques à traiter comprennent les prélèvements concernant les paramètres caractéristiques de l'atmosphère tels que le vent, la température, la pluie, etc. Voici les définitions de ces paramètres :

### **Température**

Mesurée à l'aide d'un thermomètre, la température est une grandeur physique étudiée en thermométrie. Elle peut être définie comme une fonction croissante du degré d'agitation thermique des particules (théorie cinétique des gaz) ou par l'équilibre des transferts thermiques entre plusieurs systèmes (énergétique). L'unité de température dans le système international est le kelvin (K), mais d'autres systèmes de mesure comme l'échelle Celsius Centigrade sont également utilisés [23].

### **Vitesse du vent**

Mesuré en kilomètres par heure ou en mètres par seconde, le vent est le mouvement de l'atmosphère. Il est mesuré directement dans les stations météorologiques à l'aide d'un anémomètre[23].

### **Humidité**

Correspondant au rapport de la pression de vapeur saturante à la même température et pression, l'humidité de l'air mesure le rapport entre le contenu en vapeur d'eau de l'air et sa capacité maximale à en contenir dans ces conditions. Elle est souvent appelée humidité relative et mesurée à l'aide d'un hygromètre [23].

### **Précipitation**

Les précipitations désignent des cristaux de glace ou des gouttelettes d'eau qui, après avoir été soumis à des processus de condensation et d'agrégation à l'intérieur des nuages, deviennent trop lourds pour rester en suspension dans l'atmosphère et tombent au sol. Elles sont généralement mesurées en millimètres [23].

### **Rafale**

Une rafale est un renforcement brutal et passager du vent en un site donné, se traduisant par une hausse brève et soudaine de la vitesse instantanée du vent par rapport à sa vitesse moyenne acquise précédemment. Elle est mesurée en mètres par seconde[24].

### **Pression atmosphérique**

La pression atmosphérique est la pression exercée par le mélange gazeux constituant l'atmosphère sur une surface quelconque au contact avec cette atmosphère[24].

## **2.6 CONCLUSION**

Nous avons fourni une description précise de la station météorologique sans fil. Nous avons présenté des images montrant les parties de la station, ainsi que définissant le rôle de chaque partie. Nous avons également abordé une partie très importante, c'est la système d'acquisition et de stockage de données.

## **Chapitre 3: Généralités sur la maintenance**

---

La maintenance englobe toutes les actions visant à maintenir ou à restaurer un dispositif, un équipement ou un système à un état spécifié. Elle inclut des tâches telles que le dépannage, le graissage et les améliorations, visant à préserver les performances du matériel afin d'assurer la continuité et la qualité de la production. Dans ce segment, nous discutons du rôle crucial et des différentes formes de maintenance, de l'importance vitale de la documentation appropriée, et nous détaillons les procédures opérationnelles de maintenance.

## **ROLE DE LA MAINTENANCE**

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise en maintenance

Prévision à long terme : liée à la stratégie de l'entreprise, elle permet de planifier les investissements et la gestion des stocks

Prévision à moyen terme : En assurant la maintenance préventive des équipements pour éviter les interruptions de production, il est impératif de planifier et d'effectuer les interventions de maintenance de manière opportune. Ces actions influent directement sur la planification de la production.

Prévention à court terme : Dans cette perspective, le service de maintenance s'engage à minimiser à la fois la durée d'immobilisation des équipements et les coûts associés à leurs interventions. [26]

### **3.1 LES DIFFERENTS TYPES DE MAINTENANCE**

Il existe trois types principaux de maintenance:

- ❖ La maintenance corrective
- ❖ La maintenance préventive:
  - A-La maintenance systématique.
  - B-La maintenance conditionnelle
- ❖ La maintenance d'amélioration

#### **3.1.1 La maintenance corrective**

Conforme à la norme AFNOR X 60-010, consiste en des interventions réalisées suite à une défaillance. Cette approche, essentiellement réactive, répond à des incidents souvent imprévus et s'active postérieurement à leur occurrence.

#### **Les opérations de maintenance corrective impliquent :**

- Une analyse des causes de la défaillance (diagnostic).
- Une remise en état, comprenant le dépannage pour une réparation provisoire.
- La réparation proprement dite, visant à restaurer le bon fonctionnement de manière définitive.

**Avantages et inconvénients :**

**A. Avantages :**

Maintien d'un budget d'entretien moyen.

Réduction des coûts directs.

**B. Inconvénients :**

Coûts associés à la perte de production.

Augmentation de la durée d'arrêt des équipements.

Achats de pièces de rechange à des prix élevés.

**Mise en œuvre d'une action de maintenance corrective**

La maintenance corrective doit être automatiquement appliquée aux défaillances complètes et soudaines (défaillances catalectiques), telles que la rupture brusque d'une pièce mécanique ou un court-circuit dans un système électrique. En dehors de ces situations, ce type de maintenance devrait être réservé à du matériel peu coûteux, non stratégique pour la production, et dont la panne aurait peu d'impact sur la sécurité. [27]

**3.1.2 La maintenance préventive**

Conformément à la norme AFNOR X60-010, consiste en des interventions planifiées selon des critères préétablis, dans le but de réduire la probabilité de défaillance d'un équipement.

**A. Maintenance systématique**

La maintenance préventive systématique est réalisée selon un calendrier préétabli en fonction du temps ou du nombre d'unités d'utilisation, en accord avec la norme AFNOR X 60-010

**B. Maintenance conditionnelle**

La maintenance préventive conditionnelle est déclenchée par des événements prédéterminés tels que des autodiagnostic, des signaux provenant de capteurs, ou des mesures d'usure, entre autres.

***Buts de la maintenance préventive :***

- ❖ Prolonger la durée de vie du matériel.
- ❖ Réduire les temps d'arrêt en cas de panne.
- ❖ Faciliter la gestion des stocks (consommation prévisible).
- ❖ Diminuer la probabilité de défaillance.

**3.1.3 Maintenance d'amélioration**

La maintenance d'amélioration implique des modifications, des ajustements et des transformations apportés à un dispositif. Ces améliorations sont souvent . [29]

***Buts de la maintenance d'amélioration :***

1. Accroître les performances.
2. Améliorer la fiabilité (réduire la fréquence des interventions).
3. Renforcer la rentabilité et la sécurité du personnel. Cette forme de maintenance requiert une étude économique approfondie..

**3.2 LES DOCUMENTATION**

La documentation dans la maintenance fait référence à l'ensemble des documents qui enregistrent et fournissent des informations sur les activités de maintenance. Cela inclut les manuels d'opération et de maintenance, les procédures, les rapports d'inspection, les historiques de maintenance, les fiches techniques, et les plans de maintenance préventive.

**3.2.1 Les types de documentation:**

**A. Documentation spécifique:**

Cette catégorie concerne les équipements de production.

**B. Documentation technique :**

Elle se compose de dossiers standardisés pour chaque unité d'intervention ou machine.

**C. Documentation historique :**

Elle comprend des dossiers historiques ou des fiches individuelles pour chaque machine.



### **3.2.2 Objectifs de la documentation :**

- ❖ Recueillir et conserver le savoir technique.
- ❖ Classer et organiser ce savoir en vue de son utilisation.
- ❖ Faciliter la diffusion et la formation du personnel.
- ❖ Assurer une gestion efficace du matériel.
- ❖ Améliorer les équipements par des analyses et des expertises.
- ❖ Mettre en place une maintenance préventive et planifier les travaux.
- ❖ Faciliter la préparation du travail .
- ❖ Réduire les coûts de maintenance en diminuant les temps d'intervention et d'arrêt, en détectant et en corrigeant les anomalies.

### **3.2.3 Contenu de la documentation :**

Le dossier technique ou dossier standardisé rassemble tous les renseignements techniques sur un type d'unité d'intervention, y compris les caractéristiques principales, les pièces d'usure, l'outillage, les procédures de travail, etc. Il est consulté

Chaque fois qu'une préparation est nécessaire ou qu'une expertise doit être analysée, le dossier historique ou individuel est requis. Ce dossier contient toutes les informations et documents relatifs à la vie d'une unité d'intervention depuis sa mise en service jusqu'à sa mise hors service complète. [28]

Contrairement à la documentation technique, la documentation historique est entièrement alimentée par l'utilisateur lui-même. Ce dossier inclut :

- ❖ La fiche historique,
- ❖ Le répertoire des documents classés,
- ❖ Les documents relatifs à la création de l'unité d'intervention,
- ❖ Les commandes externes,
- ❖ Les ordres de travail (OT),
- ❖ Les rapports d'expertise,
- ❖ Les rapports d'incidents.

### **3.3 LES OPERATIONS DE MAINTENANCE (DEFINITION)**

#### **A. Dépannage**

Le dépannage consiste à intervenir sur un équipement en panne afin de le remettre en fonctionnement. Cette action peut temporairement restaurer la fonctionnalité de l'équipement, mais elle est généralement suivie d'une réparation.

#### **B. Réparation**

La réparation est une intervention visant à restaurer les performances d'un équipement. Elle peut être partielle ou générale, et peut être réalisée immédiatement après un incident (défaillance) ou à la suite d'un dépannage.

#### **C. Visite**

Les visites comprennent des interventions planifiées qui peuvent nécessiter l'arrêt et le démontage de la machine.

#### **D. Contrôle**

Le contrôle consiste à vérifier la conformité d'un équipement par rapport à des données préétablies. Il est toujours suivi d'une évaluation, ces opérations permettent de surveiller et de maîtriser l'évolution de l'état réel de la machine.

#### **E. Révisions**

Les révisions comprennent des examens, des contrôles et des interventions visant à prévenir les défaillances majeures ou critiques. Elles peuvent être partielles ou générales.

#### **F. Inspection**

Les inspections consistent à surveiller l'équipement pour repérer d'éventuelles anomalies. Elles ne nécessitent pas l'arrêt ni le démontage de l'équipement, sauf pour des ajustements mineurs.

#### **G. Rénovation**

La rénovation implique le remplacement des pièces déformées, la réparation des pièces défectueuses et la préservation des pièces en bon état.

#### **H. Reconstruction**

La reconstruction implique le remplacement des pièces vitales par des pièces d'origine ou équivalentes, généralement neuves.

### **J. Modernisation**

La modernisation consiste à remplacer des équipements, des accessoires ou des appareils par des versions améliorées techniquement, qui n'existaient pas dans l'équipement d'origine.

### **K. Travaux neufs**

La maintenance assure le bon fonctionnement des équipements existants, mais elle peut également être impliquée dans la mise en service et le bon fonctionnement d'équipements neufs installés dans le cadre de nouveaux travaux ou d'extensions. [29]

## **3.4 CONCLUSION**

Pour conclure, ce chapitre souligne l'importance fondamentale de la maintenance dans le fonctionnement optimal des stations météorologiques sans fil. Il explore les différentes stratégies de maintenance, soulignant comment chacune contribue à la longévité et à l'efficacité de l'équipement. L'accent est également mis sur la nécessité d'une documentation détaillée et précise, qui s'avère indispensable pour la réalisation des opérations de maintenance. Enfin, nous avons approfondi les différentes procédures opérationnelles de maintenance, en démontrant leur rôle essentiel dans la préservation de la fiabilité et de la performance des stations.

## **Chapitre 4: Maintenance de la station météorologique Davis**

---

Pour optimiser les coûts et la performance de la maintenance, il est essentiel de procéder à une analyse approfondie de la situation existante afin de pouvoir la comparer avec d'autres références. Par exemple, en présence d'un référentiel ISO pour la qualité, il est possible de réaliser un audit en comparant la réalité aux exigences de cette norme.

En l'absence d'un référentiel normalisé spécifique, le consultant se trouve dans l'obligation de réaliser un diagnostic en utilisant des approches méthodologiques telles que des questionnaires. Cette approche vise à évaluer de manière objective le degré de réalisation des fonctions analysées dans l'ensemble de l'organisation de la maintenance de l'entreprise. Ces questionnaires sont structurés autour de 10 thèmes, avec de 8 à 10 questions pour chaque thème, et sont assortis d'une notation appropriée.

Afin de valider l'avis exprimé par le consultant, l'entreprise doit fournir des éléments de justification tels que des documents, des rapports, des définitions de fonctions, des indicateurs, des tableaux de bord, des programmes de réunions, des entretiens, ainsi que toute information supplémentaire permettant d'expliquer et de démontrer cet avis. [30]

## **4.1 LES PHASES DE MAINTENANCE D'UNE STATION MÉTÉOROLOGIQUE**

Les étapes de la maintenance d'une station météorologique peuvent varier en fonction de la complexité de l'équipement et des besoins spécifiques de l'utilisateur. Cependant, voici une liste des étapes effectuées :

### **Sécuriser l'emplacement de maintenance**

Choisissez un endroit approprié pour effectuer les opérations de maintenance, de préférence sec, propre et bien éclairé.

Pour renforcer le respect des étapes mentionnées, nous avons soigneusement choisi cette salle car elle offre une bonne luminosité en raison de sa position au dernier étage du bâtiment de l'université. L'emplacement de l'université bénéficie d'une grande luminosité naturelle, ce qui réduit les effets des changements météorologiques soudains et favorise la continuité du travail de manière efficace et sans entraves. De plus, la salle se distingue par son calme et l'absence de bruit, ce qui contribue à améliorer la concentration pendant les opérations de maintenance. N'oublions pas que nous avons choisi un endroit sûr et isolé, préservant ainsi la sécurité des outils et des composants de la station météorologique, réduisant ainsi les risques de perte de temps précieux qui pourraient résulter de la perte de tout équipement ou partie de la station. Par conséquent, le choix de l'emplacement de la maintenance doit être fait avec soin et attention, en tenant compte de ces facteurs, afin d'éviter les problèmes potentiels qui pourraient entraver le déroulement des opérations de maintenance et entraîner un sentiment de frustration. Cette organisation rigoureuse contribue à éviter d'être classé comme négligent et garantit la sécurité et l'efficacité de l'ensemble du processus de manière générale.

### **Préparation de l'équipement**

La préparation de l'équipement implique la collecte de tous les outils et équipements nécessaires pour effectuer la maintenance planifiée. Ainsi, dans un premier temps, nous avons rassemblé les outils manuels indispensables :

Les tournevis, pour dévisser et fixer les vis et les écrous lors des opérations de maintenance ou de réparation, les pinces de serrage, pour fixer les câbles et les fils sur les tuyaux et les structures métalliques.



Figure 4.1 : Les outils et les équipement utilisé

Les dispositifs de test et de mesure, pour vérifier et ajuster les lectures.



Figure 4.2: Voltmeter

Les matériaux de réparation et de remplacement, comme les fils électriques, les connecteurs, les résistances, les batteries rechargeables et les autres pièces de rechange disponibles pour ce modèle.

En plus des outils, nous avons également rassemblé les matériaux nécessaires, tels que les produits de nettoyage et d'entretien, comme les poudres désinfectantes et les agents nettoyants, pour maintenir la propreté de la station. Nous avons également prévu des équipements de sécurité personnelle, comme des gants, des lunettes de protection et un masque facial, pour garantir nos sécurité pendant le travail.



Figure 4.3: Produits de nettoyage

En outre, tout autre équipement spécialisé nécessaire à la tâche de maintenance spécifique a été inclus. En complément des outils, cela peut également inclure la collecte des matériaux tels que les lubrifiants et les pièces de rechange de toutes sortes, ainsi que tout autre élément nécessaire pour mener à bien la tâche de maintenance de manière efficace. L'objectif est d'avoir tout ce dont vous avez besoin à portée de main pour réduire les interruptions et les retards pendant le processus de maintenance.

### **Inspection de la station météo**

Examinez la station météo pour vous assurer qu'il n'y a pas de dommages ou de problèmes avant de commencer les opérations de maintenance.

Identifier les dispositifs et les structures externes :

Nous avons jeté un coup d'œil général à la station météorologique dans son emplacement, où elle était fixée, à l'intérieur d'une cage en fer dans un état déplorable, tombée de son emplacement, ce qui aurait pu entraîner sa rupture ou sa destruction totale



Figure 4.4: Station météorologique sans fil

Nous avons alors tenté d'ouvrir la cage en apportant les clés, mais en vain en raison de la rouille présente sur la serrure, résultant des intempéries et du manque d'entretien prolongé. Nous avons essayé de l'ouvrir en appliquant un produit antirouille, mais sans succès, ce qui nous a amenés à utiliser les clés, les pinces et à exercer une certaine force



Figure 4.5 : Cage de station



Finalement réussissant à l'extraire de la cage



Figure 4.6: La station météorologique

Nous avons identifié tous les dispositifs et les structures externes de la station météorologique que nous souhaitons inspecter, tels que l'anémomètre, la girouette, le boîtier SIM de la station qui est une plaque solaire, le capot du capteur de température ainsi que la base du pluviomètre, ainsi que les tours de surveillance, les boîtes d'équipement, les barrières de protection, et autres.

### **Inspection visuelle**

Nous avons minutieusement examiné chaque dispositif ou structure externe à la recherche de fissures ou de fissures sur la surface externe. Nous avons concentré notre attention sur les zones susceptibles d'être endommagées en raison de l'exposition répétée aux conditions météorologiques telles que la pluie, qui peut entraîner des infiltrations d'eau, ou une exposition prolongée au soleil, qui peut entraîner la corrosion et la formation de rouille.



Figure 4.7: L'état initial de la station

#### ***Inspection des signes de corrosion***

Nous avons recherché tout signe de corrosion sur les dispositifs ou les structures externes, tels que la rouille ou la corrosion chimique. La corrosion peut se manifester généralement par un changement de couleur de la surface ou l'apparition de taches oxydées.

#### ***Documentation des découvertes***

Nous avons documenté toutes les fissures ou la corrosion trouvées à l'aide de photographies. Nous avons enregistré la date de la découverte et l'emplacement de chaque problème, notamment sur le boîtier SIM, qui est une plaque solaire au début de la liste,



Figure 4.8: Panneau solaire

où nous avons constaté qu'il présentait des fissures en haut et était en voie de corrosion, puis nous avons trouvé des fissures sur le couvercle qui protège le capteur de température et protège également le ventilateur de la station contre les infiltrations d'eau,

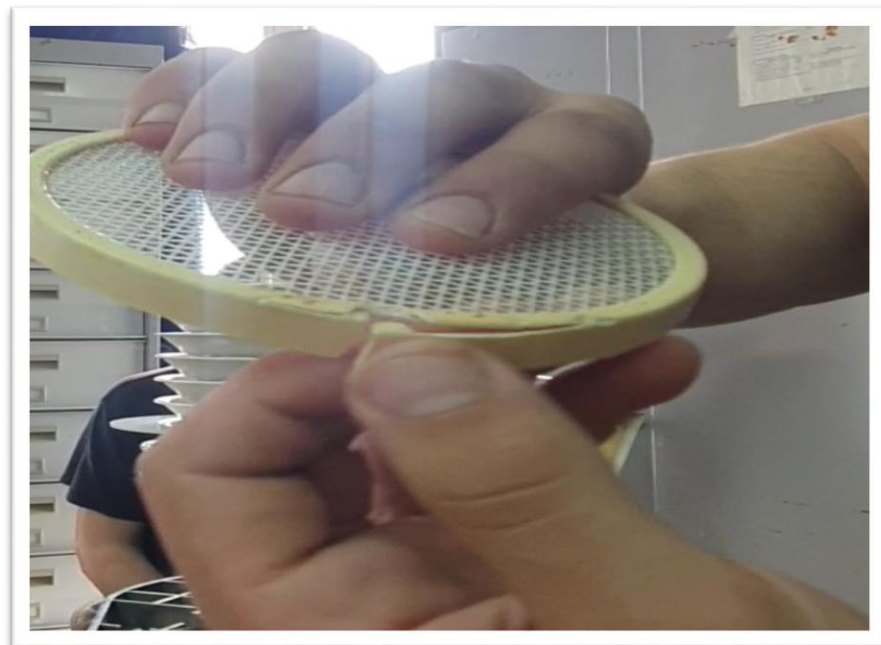


Figure 4.9: Couvercle pour ventilateur

ainsi que de la rouille au niveau du support de la station et de certaines de ses parties,



Figure 4.10: Trépied d'installation

en plus de l'état misérable de la station due à la saleté et aux débris, ainsi que de la rouille sur les capteurs d'humidité extérieurs et la pression atmosphérique partout.

#### *Évaluation des dommages*

Sur la base des découvertes, nous avons évalué les dommages et déterminé le niveau de gravité. Les grandes fissures ou la corrosion sévère peuvent affecter considérablement le processus de mesure ou la stabilité des structures externes, comme nous l'avons constaté avec ces fissures sur le boîtier SIM, qui permettent l'infiltration de l'eau, entraînant la détérioration de la batterie permettant le fonctionnement de la carte SIM et l'envoi d'informations à l'ordinateur lors des rotations nocturnes en cas d'arrêt du panneau solaire, ainsi que la corrosion du panneau solaire, ce qui affecte son rôle dans la recharge de la batterie pendant la journée, et le travail sur le fonctionnement de la carte SIM pour la transmission des informations, en plus des fissures au

niveau du couvercle protecteur du capteur de température et du ventilateur abrité qui permettent l'infiltration d'eau et de poussière à l'intérieur, pouvant entraîner une fluctuation du capteur de température et d'humidité interne ou leur arrêt de fonctionnement, ainsi que l'impact sur la fluctuation du fonctionnement d'une hélice ou son arrêt en raison d'un dysfonctionnement de la connexion électrique en raison de l'infiltration d'eau. Nous avons également enregistré une forte probabilité de fluctuation des capteurs d'humidité extérieurs et de la pression atmosphérique extérieure en raison de l'accumulation de sol et de poussière.

***Prise des mesures nécessaires :***

Sur la base de l'évaluation des dommages, nous avons pris les mesures nécessaires pour réparer les fissures ou remplacer les pièces corrodées. Ces mesures peuvent nécessiter des réparations immédiates ou le remplacement complet des dispositifs ou des structures endommagés, nous avons donc commencé par une première étape de maintenance qui consiste à prendre en compte le temps et le coût en réparant les dommages extérieurs en utilisant de la colle pour ne pas perdre de temps en attendant de les commander chez le magasin principal dans l'un des pays européens ou aux Etats-Unis

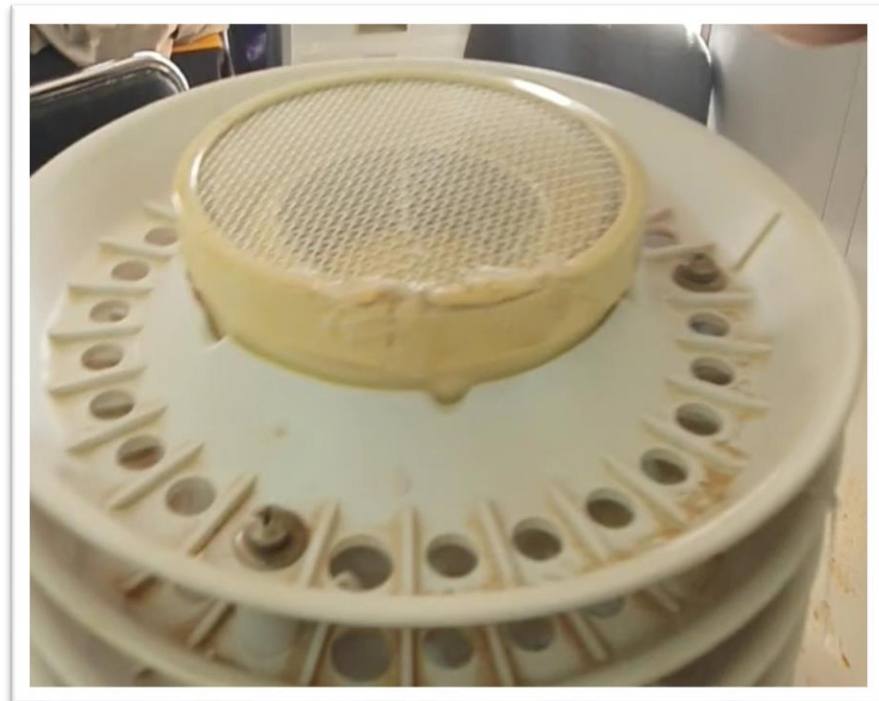


Figure 4.11: Collé la couvercle de ventilateur



Figure 4.12: Collé les panneaux solaires

ce qui pourrait prendre un certain temps pour les recevoir, ainsi que le coût de la réparation. Nous avons également nettoyé les capteurs et les sondes d'humidité extérieurs et la pression atmosphérique de la poussière et des dépôts de sol pour les ramener à leur état normal.

#### *Suivi de la maintenance*

Nous avons élaboré un plan de suivi de maintenance périodique de la station météorologique pour garantir que les structures externes restent en bon état et que tout problème détecté soit traité immédiatement. En effectuant des inspections régulières des fissures et de la corrosion externes sur la station météorologique, et ce, toutes les deux semaines au minimum voire toutes les trois semaines, nous pouvons maintenir la sécurité des structures et assurer une efficacité élevée dans le fonctionnement de la station.

#### **4.1.1 Maintenance des pièces extérieures**

Vérifiez et nettoyez les pièces mécaniques telles que les axes et les disques rotatifs pour mesurer le vent, et assurez-vous de leur bon fonctionnement.

##### *Procédures de nettoyage appropriées*

Avant de commencer le processus de nettoyage, nous avons identifié les zones nécessitant un nettoyage spécifique et nous avons assuré la disponibilité des outils et des matériaux nécessaires. Nous avons ensuite utilisé une brosse et des produits chimiques pour nettoyer les parties avec des mouvements précis et réguliers afin d'éliminer complètement la saleté, la poussière, les dépôts et la poussière des parties externes et mécaniques de la station, telles que les capteurs de vitesse et de direction du vent, les composants électroniques tels que les cartes

électroniques, les capteurs de température et d'humidité internes, ainsi que le ventilateur électrique. Cependant, il est essentiel d'utiliser ces outils avec précaution pour éviter d'endommager ou de perdre des pièces fines.

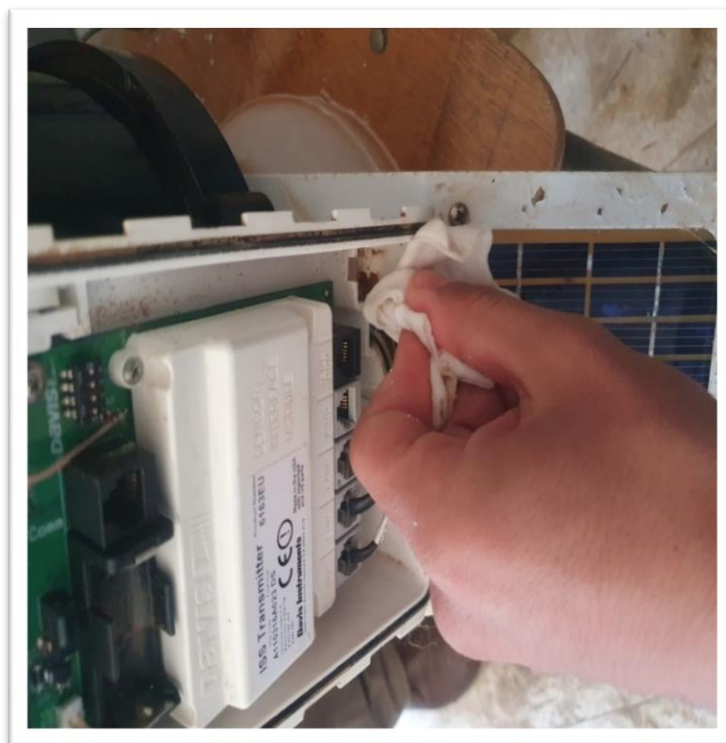


Figure 4.13: Nettoyage de panneaux solaires et la carte SIM



Figure 4.14: Cone de réception pour pluviomètre

*Séchage adéquat*

Après le nettoyage, nous avons utilisé un chiffon propre et sec pour sécher soigneusement les parties mécaniques. Cela aide à prévenir la formation de rouille ou l'accumulation de taches sur les parties en raison de l'humidité résiduelle.



Figure 4.15: Séchage de anémomètre



Figure 4.16: Séchage de panneaux solaires



### ***Inspection et surveillance continues***

Une fois le nettoyage terminé, nous avons effectué une inspection minutieuse des parties pour nous assurer de leur propreté et de l'absence de dommages ou de défauts. Le nettoyage peut être répété si nécessaire.

### ***Documentation des procédures***

Toutes les procédures relatives à la maintenance des parties mécaniques doivent être documentées, y compris la date et les résultats du nettoyage et de l'inspection, ainsi que les produits et les outils utilisés.

En suivant ces conseils et procédures, une maintenance efficace des parties mécaniques peut être assurée, ce qui contribue à améliorer leurs performances et leur fiabilité à long terme.

#### **4.1.2 Maintenance des pièces intérieures et des composants électroniques**

Nous avons entrepris, dans une première étape, de désassembler toutes les parties de la station interne avec diligence et soin, en plaçant chaque pièce, qu'elle soit petite ou grande, importante ou non, dans un endroit sûr. Nous avons retiré les disques permettant le passage de l'air vers le capteur de température, ainsi que le ventilateur électrique permettant la ventilation et le refroidissement, et empêchant l'accumulation de chaleur résultant de l'exposition au rayonnement solaire du capteur de température. Nous avons également retiré le capteur de température et avons examiné la pièce fixe contenant les disques et le capteur de température à l'intérieur, où nous avons découvert qu'elle contenait deux batteries rechargeables connectées à un panneau solaire ainsi qu'une carte électronique alternative pour l'abri à ventilation active 24 heures sur 24. Cette carte a été un tournant dans cette maintenance en raison des défauts qu'elle présentait à tous niveaux.



Figure 4.17: Etats initiaux de la carte électronique

### ***Inspection des composants électroniques***

Cela comprend l'examen de tous les composants électroniques tels que les capteurs et les connecteurs pour s'assurer qu'il n'y a pas de dommages ou de facteurs pouvant affecter leur performance. Nous avons vérifié la sécurité des capteurs pour garantir des lectures précises et fiables des conditions météorologiques, et nous avons constaté qu'il n'y avait pas de défauts ou de ruptures sur les bords des capteurs externes, mais nous avons noté une accumulation de poussière et de saleté sur les bords de ces capteurs. De plus, nous avons enregistré la fin de vie des deux batteries depuis plus de quatre ans. Voici quelques photos pour illustrer cela :



Figure 4.18: Les piles pour ventilation active

Nous avons également remarqué l'accumulation de poussière au niveau du capteur de température et d'humidité

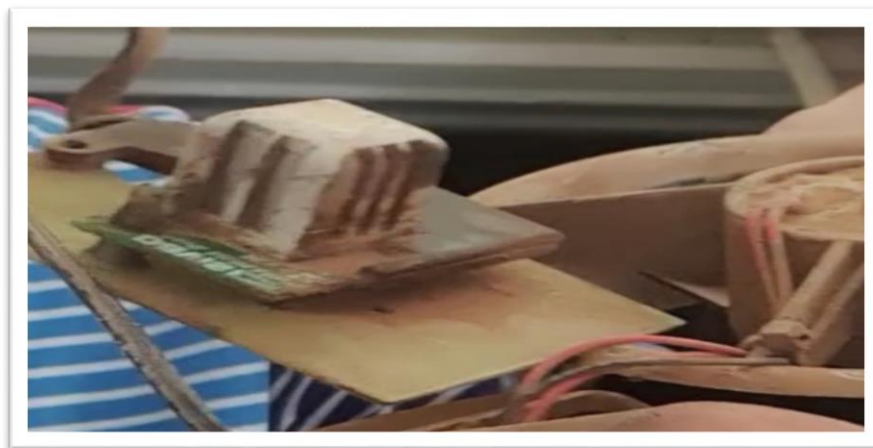


Figure 4.19: Etats initiaux du capteur de température et d'humidité

bien qu'il se trouve dans un endroit sec et entouré de nombreuses pièces, ce qui a affecté son fonctionnement. Nous ne devons pas oublier la partie sensible, une carte électronique alternative pour l'abri ventilé, connectée à deux batteries rechargeables et un panneau solaire pour fournir de l'électricité pendant la journée afin de charger les batteries et de faire fonctionner le ventilateur électrique. Nous avons constaté que cette carte électronique avait des parties dégradées, telles que des résistances et des diodes, après avoir effectué des tests pour vérifier son fonctionnement,

ou en d'autres termes, elles avaient perdu leur efficacité et cessé de fonctionner complètement en raison de la rouille et de la poussière accumulées au fil du temps. Voici quelques photos de son état.



Figure 4.20: Carte électronique



Figure 4.21: Etats initiaux des résistances

Nous avons également jeté un coup d'œil et inspecté le ventilateur électrique, que nous avons trouvé sans aucune fissure ou fêlure, mais avec une accumulation de poussière et de saleté, d'où aucun élément de la station n'a été extrait.

Voici quelques photos du ventilateur électrique :



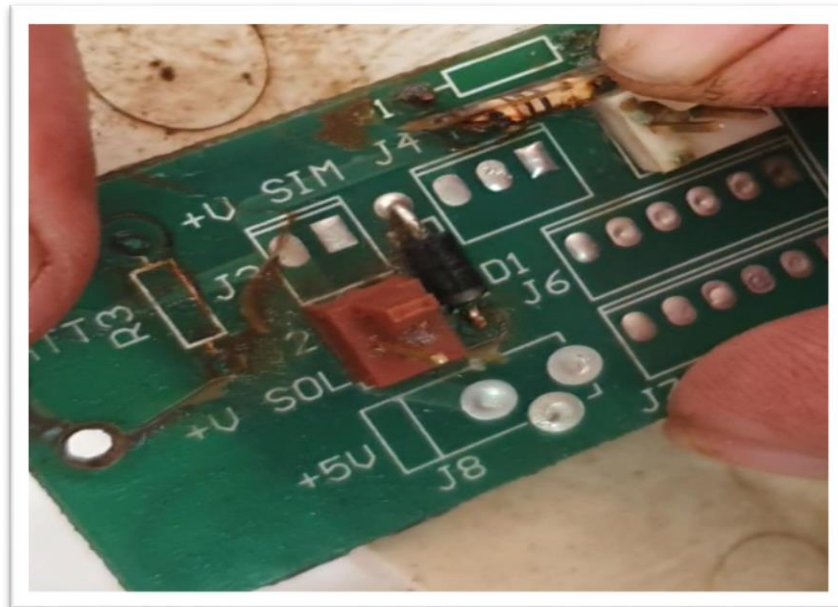
Figure 4.22: Etats initiaux de ventilateur

***Nettoyage des surfaces sensible avec précaution***

Pour les surfaces sensibles, nous avons utilisé des produits de nettoyage doux tels que de l'alcool éthylique désinfectant ou de l'eau distillée sur un chiffon en coton doux. Nous avons veillé à ne pas utiliser de produits forts qui pourraient avoir un effet néfaste sur les composants électroniques.

Nous avons enlevé la poussière et la saleté avec douceur et précaution pour éviter d'endommager quelque

Ci-dessous, quelques photos du nettoyage de ces pièces :



*Figure 4.23: Nettoyage de la carte électronique*

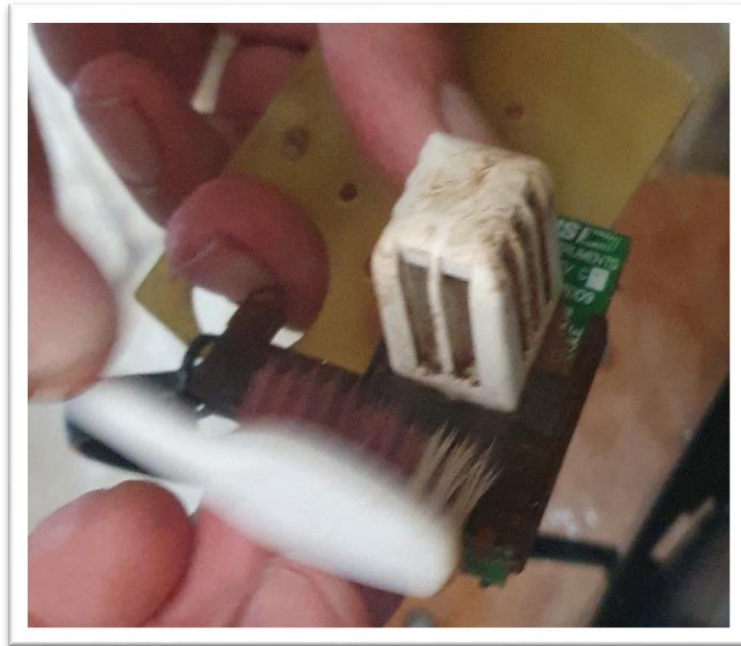


Figure 4.24: Nettoyage de capture



Figure 4.25: Capture après le nettoyage



Figure 4.26: Nettoyage de ventilateur

Nous avons travaillé avec précaution pour éviter d'endommager ou de perdre des pièces fines.

#### ***Séchage adéquat***

Après le nettoyage des pièces, nous les avons laissées sécher complètement avant de les remettre à leur place d'origine ou de les remettre en marche. Un air comprimé peut être utilisé pour accélérer le processus de séchage, mais évitez d'utiliser une chaleur directe.

#### ***Remplacement des pièces défectueuses***

Après le nettoyage des pièces mentionnées précédemment, il est devenu évident pour nous que la carte électronique nécessitait une certaine maintenance, car il est apparu que les résistances et les diodes ne fonctionnaient pas en raison de l'accumulation de rouille.

Cette image illustre l'état de la résistance.



Figure 4.27: Les résistances de la carte électronique

Nous avons donc effectué un test à l'aide d'un voltmètre



Figure 4.28: Multimètre

Nous avons donc effectué un test à l'aide d'une Voltmètre, mais selon les hypothèses proposées, le résultat était que ces résistances ne fonctionnaient pas. Nous avons donc décidé de les remplacer, mais nous avons rencontré des problèmes pour déterminer leurs valeurs. Cela nous a amenés à utiliser une autre méthode, qui consiste à utiliser le code des couleurs. En consultant les fichiers principaux de la station, nous avons trouvé une image montrant cette carte électronique, nous avons donc relevé les couleurs des résistances et, en utilisant le code des couleurs, nous avons trouvé que la valeur de chacune était de 0,5 ohm et 10 ohms, respectivement, ce qui correspondait à la valeur précédente des résistances. Nous avons ensuite pris du fil adhésif et les résistances, et nous les avons collées aux emplacements d'origine avec précaution, en veillant à ne pas toucher les parties voisines de la carte électronique, en faisant fondre le fil adhésif pour que la résistance puisse être fixée à sa place désignée.



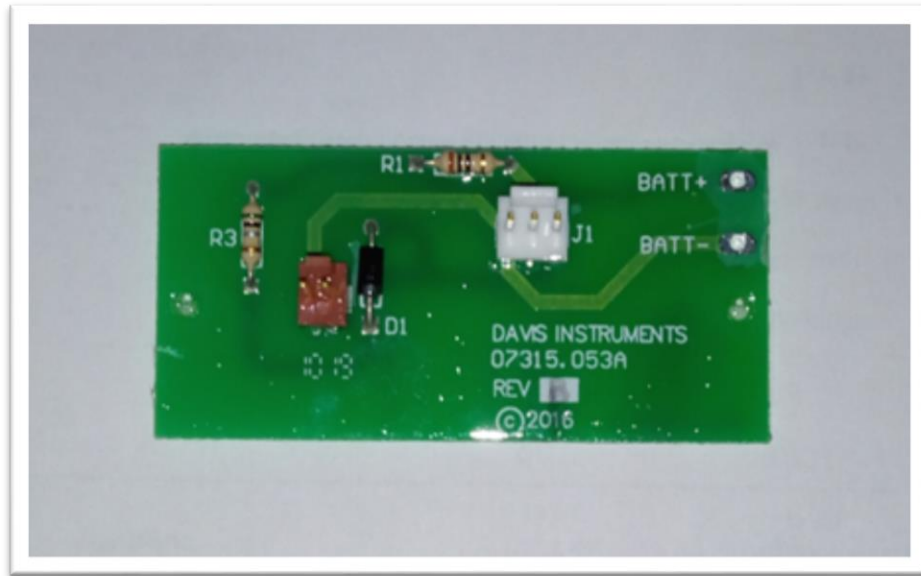


Figure 4.29: Carte électronique pour abri à ventilation active

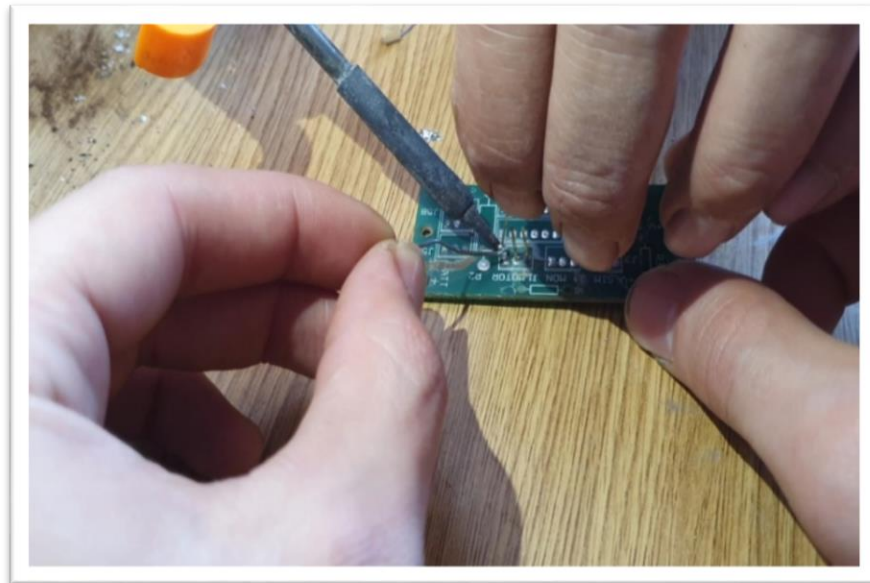


Figure 4.30: Remplacement de résistance de la carte électronique

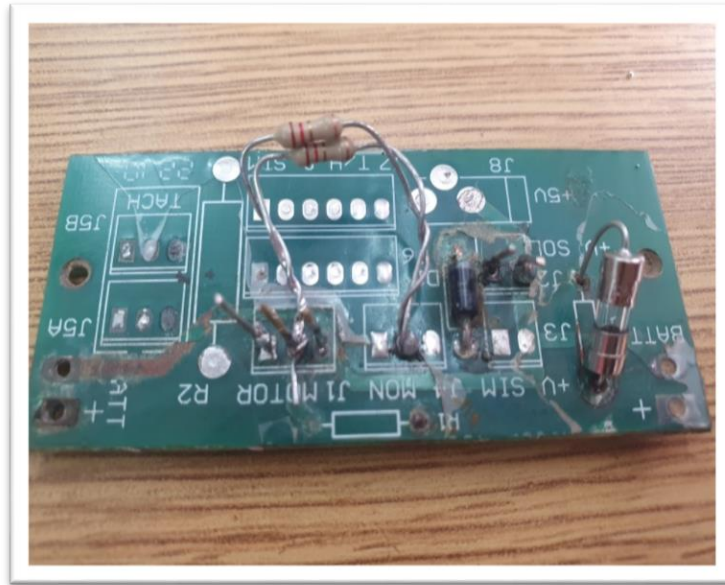


Figure 4.31: Après le remplacement de résistance

Nous avons également remplacé les deux batteries qui alimentent le ventilateur électrique ainsi que les capteurs de température et d'humidité internes.



Figure 4.32: Remplacé les deux batteries

## 4.2 TEST DES FONCTIONS

Une fois la maintenance terminée, effectuez un test de toutes les fonctions de la station météo pour vous assurer qu'elle fonctionne correctement.

Cette démarche apparaît comme cruciale pour maintenir les performances et l'efficacité de la station météorologique. En effet, l'utilisation de l'énergie solaire pour alimenter le ventilateur électronique, charger les batteries, ainsi que la carte SIM de la station, peut constituer un moyen efficace d'économiser de l'énergie, de réduire les coûts, et de minimiser les émissions de carbone.

### *Test des fonctions des panneaux solaires*

en utilisant un voltmètre. Nous les avons exposés à la lumière du soleil ou à une source lumineuse à certains moments et les avons déplacés à d'autres moments pour évaluer leur efficacité et leur impact. Voici quelques photos pour illustrer davantage le processus de test que nous avons réalisé."



Figure 4.33: Test les panneaux solaire avec multimètre

### *Test des fonctions du ventilateur*

L'inspection régulière du ventilateur est essentielle pour s'assurer qu'il fonctionne correctement et efficacement. Lorsque le ventilateur fonctionne à pleine capacité, il contribue à assurer une ventilation adéquate à l'intérieur de la station météorologique, ce qui maintient la température des équipements de mesure et des dispositifs électroniques à l'intérieur, améliorant ainsi la précision des mesures et des données collectées et analysées par la station.

Par exemple, par temps chaud, le fonctionnement efficace du ventilateur peut empêcher une augmentation de la température des équipements, préservant ainsi la précision des mesures.

De plus, un fonctionnement correct du ventilateur aide à éviter l'accumulation d'humidité à l'intérieur de la station, réduisant ainsi les risques de perturbation des données.

En conséquence, l'inspection régulière et le réglage du ventilateur pour fonctionner à son maximum d'efficacité sont essentiels pour maintenir la station météorologique en bon état de fonctionnement et assurer une collecte et une analyse précises des données météorologiques. Voici quelques images montrant l'inspection du ventilateur.



Figure 4.34: Test de ventilateur avec panneaux solaire

#### ***Test des fonctions de la carte électronique***

Il est crucial de vérifier régulièrement le bon fonctionnement de la carte électronique lorsqu'elle est connectée à l'alimentation électrique. Cela garantit son bon rendement et sa fiabilité dans le système. Nous avons donc effectué cette vérification à l'aide d'un voltmètre, en mesurant les tensions à différents points de la carte électronique pour nous assurer qu'elle fonctionne dans les limites définies par le fabricant. De plus, nous avons effectué une inspection visuelle de la carte pour détecter toute anomalie physique ou tout composant défectueux. En cas de découverte d'anomalies, il est préférable de prendre les mesures nécessaires pour réparer ou remplacer la carte. Voici quelques images montrant l'inspection de la carte électronique.

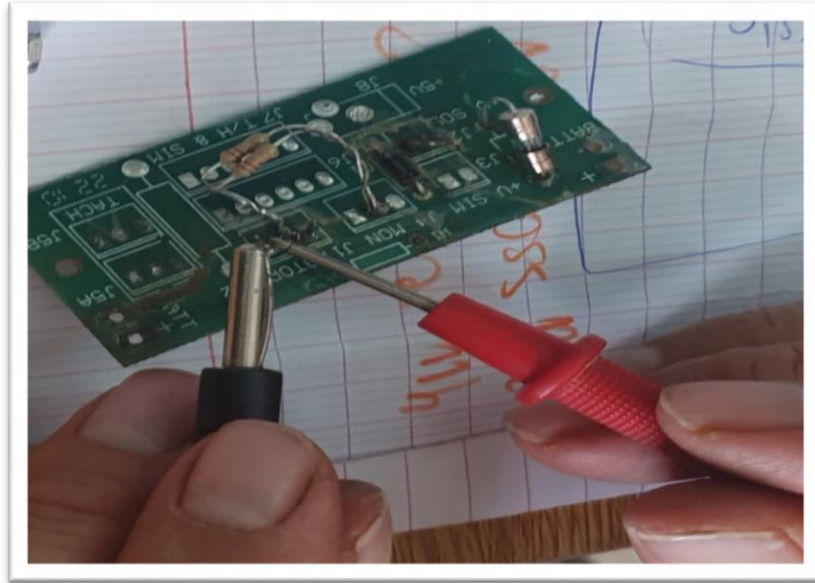


Figure 4.35: Test la fonction de la carte électronique

#### ***Test des fonctions de la batterie***

Inspection visuelle : Vérifiez l'état général de la batterie et assurez-vous qu'il n'y a aucun signe de dommage ou de corrosion. Mesure de tension : Nous avons utilisé un voltmètre pour mesurer la tension de la batterie. La lecture doit correspondre aux spécifications requises pour la nouvelle batterie Voici quelques photos pour clarifier davantage le processus d'examen.



Figure 4.36: Examen de la batterie

### **4.3 INSTALLATION DE LA STATION DE SURVEILLANCE**

Après avoir terminé la maintenance, nous avons installé la station de surveillance correctement et en toute sécurité à son emplacement d'origine sur le toit.

Dans un premier temps, nous avons remis les éléments entretenus et nettoyés à leur place d'origine. Nous avons d'abord installé la carte électronique à sa place et l'avons connectée au panneau solaire, ainsi que les deux batteries, afin de réguler la charge. des deux batteries et délivrer le courant au ventilateur électronique.



Figure 4.37: Installation du carte électronique dans place

Nous avons également installé les deux batteries à l'endroit désigné et inséré le capteur interne de température et d'humidité à l'intérieur du conteneur



Figure 4.38: Installation de capture de température dans place

et nous avons installé le ventilateur électronique directement après le capteur interne de température et d'humidité pour effectuer le processus de refroidissement et éloigner l'humidité du capteur afin qu'il fonctionne efficacement et n'a aucun effet sur lui

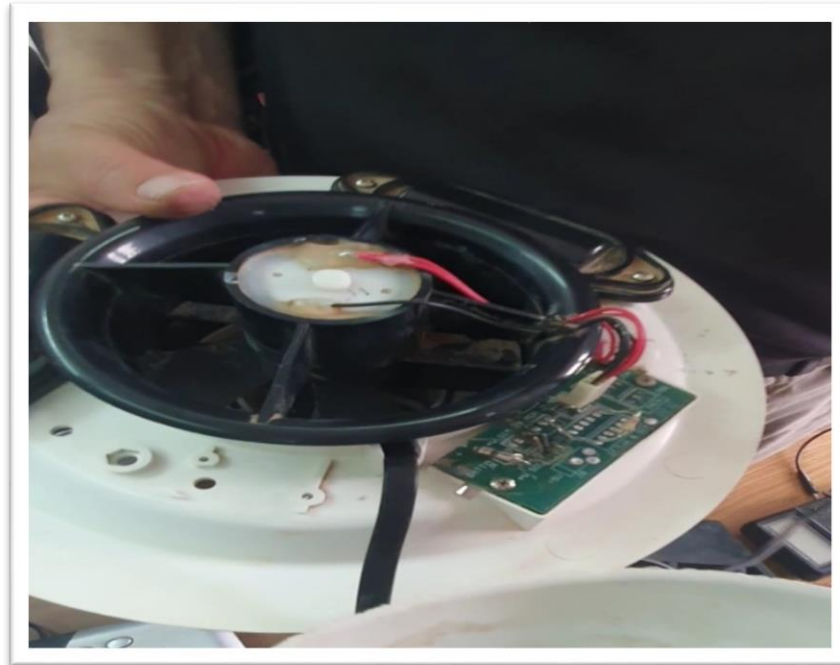


Figure 4.39: Installation du ventilateur

Ensuite, nous avons installé les disques qui permettent à l'air de pénétrer dans le capteur de température et d'humidité interne



Figure 4.40: Abri pour capteur température et humidité

Après avoir terminé la restauration de ces pièces internes à leur endroit désigné, nous sommes passés à la restauration du capteur. Composants externes et les installer ensemble. Nous avons installé à la fois le pluviomètre et les panneaux solaires, ainsi que le capteur de mesure de la direction et de l'anomalie du vent

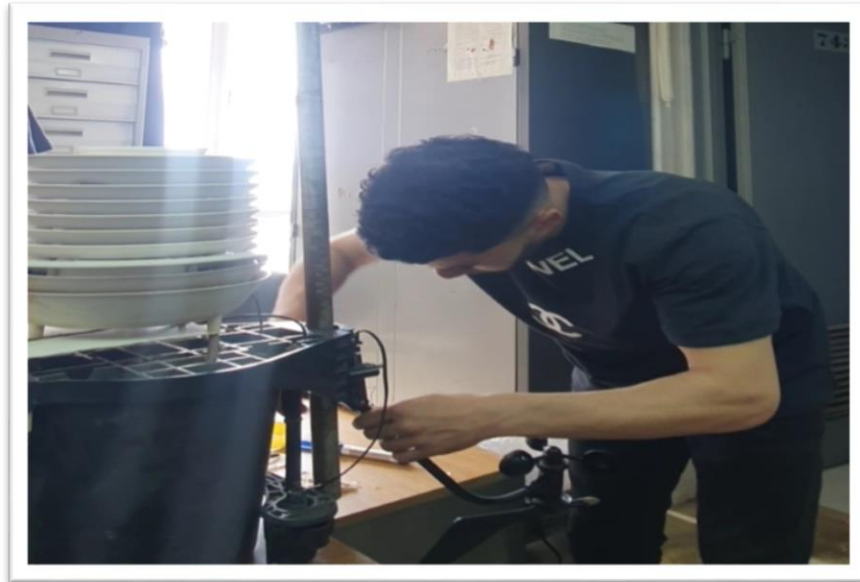


Figure 4.41: Installer tous les pièce extérieur

Après avoir installé les parties mécaniques et électronique, nous l'avons fait en veillant à les connecter. Sur l'Émetteur ISS de la station,



Figure 4.42: Branche les câbles des capteurs dans la Émetteur ISS



Puis en les installant sur un support de niveau qui permet à la station d'être stable en tout lieu pour éviter qu'elle ne retombe, et nous avons ainsi terminé le processus d'installation.



Figure 4.43: Station ventage pro 2 après la maintenance

#### 4.4 ÉTAPE POST-MAINTENANCE

Après avoir réalisé les opérations de maintenance et assuré la disponibilité de la station météorologique, nous passons à la phase post-maintenance. A ce stade, le succès et l'achèvement de la maintenance sont vérifiés en surveillant les données collectées à partir de la station. Ces données sont ensuite transmises à votre ordinateur équipé de WeatherLink, via une connexion sans fil telle qu'une radio. Cela se fait en stabilisant les informations collectées par la station

grâce à l'acquisition de données par tous les capteurs. Ces données sont utilisées pour garantir que les opérations de maintenance sont effectuées avec succès selon les normes requises et pour vérifier que l'installation continue de fonctionner de manière correcte et fiable. Nous avons donc commencé par installer l'application WeatherLink sur l'ordinateur, et les images ci-dessous montrent les premières étapes de cette installation.



Figure 4.44: CD de logiciel

Après le démarrage de l'installation, une alerte est apparue nous indiquant que l'application avait déjà été installée auparavant lorsque nous avons inséré le CD. Ensuite, l'écran de suivi que nous avons choisi est apparu. Nous avons choisi la "REPAR" que la "REMOVE " pour éviter la perte des données des années précédentes.

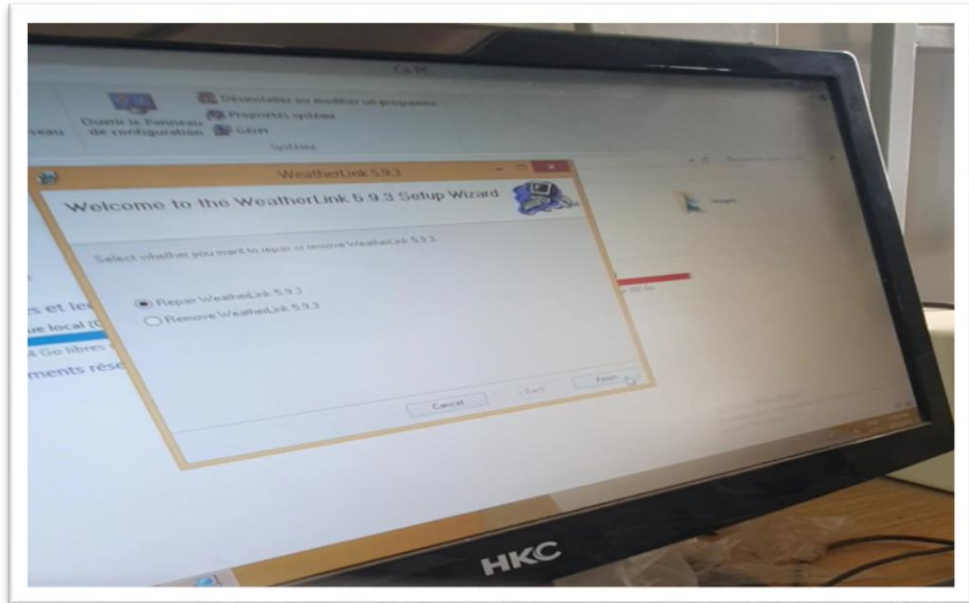


Figure 4.45: La première image du programme après l'insertion du disque

Après avoir suivi les étapes d'installation de cette application, nous saisissons les informations spécifiques à notre station et ses composants. Par exemple, nous renseignons le nombre de capteurs de température présents dans notre station, ainsi que le nombre de cartes SIM qu'elle contient, en plus de tous ses autres composants et de leur emplacement. De plus, nous déterminons la fréquence de fourniture des informations, qu'il s'agisse de toutes les heures, de toutes les deux heures ou de toutes les trois heures,

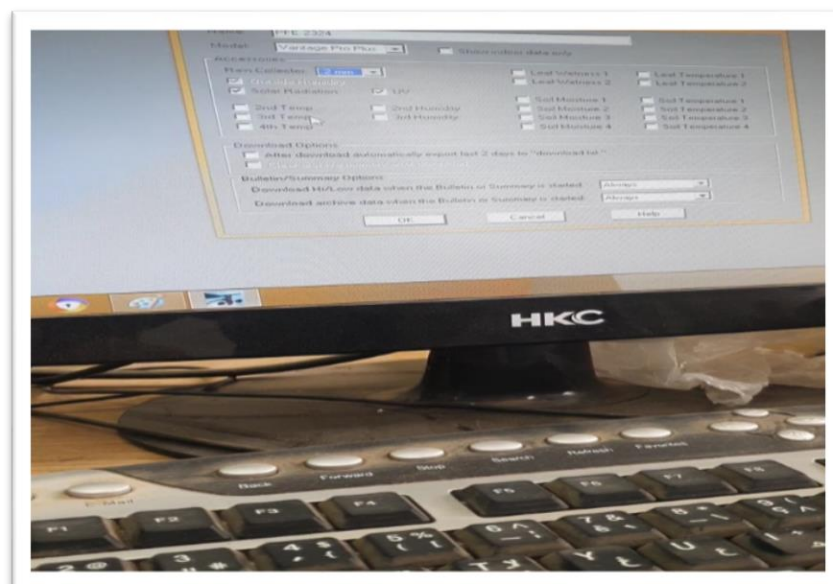


Figure 4.46: L'image sert à saisir des informations de cette station

Ainsi que les instruments de mesure et le nombre de stations en fonctionnement et cela se fait pendant le processus d'installation.



Figure 4.47 :Images pour identifier les paramètres

Enfin, Data Logger doit être connecté à l'ordinateur pour recevoir les informations envoyées par la station et les stocker, et ainsi le processus d'installation est terminé.



Figure 4.48: USB Data Logger

#### 4.5 ÉTAPE POST-INSTALLATION

Après avoir terminé le processus d'installation et saisi toutes les informations sur notre station et l'avoir complété, une interface utilisateur interactive apparaît directement sur l'unité

d'affichage qui traduit et nous montre toutes les informations capturées par les capteurs de la station stockées dans l'unité Data Logger, qui fonctionne pour enregistrer et stocker périodiquement les données de tous les capteurs situés dans la Station telles que la température, l'humidité, la vitesse du vent, etc.



Figure 4.49: Interface de logiciel de WeatherLink

La station est désormais pleinement opérationnel. Ce moment reflète le succès et le désir total d'atteindre les objectifs fixés. Cette réalisation peut être décrite comme un nouveau départ merveilleux, alors que la station démarre avec confiance et force, équipée pour résister aux défis et atteindre une performance idéale au service de la communauté et répondre à ses besoins énergétiques. C'est ce que l'on remarque dans les résultats qui apparaissent sur le programme WeatherLink, car ces résultats prouvent que notre station est en service. Tous les capteurs de la station fonctionnent, comme le prouvent les données ou les graphiques qui apparaissent à l'écran. Programme WeatherLink.

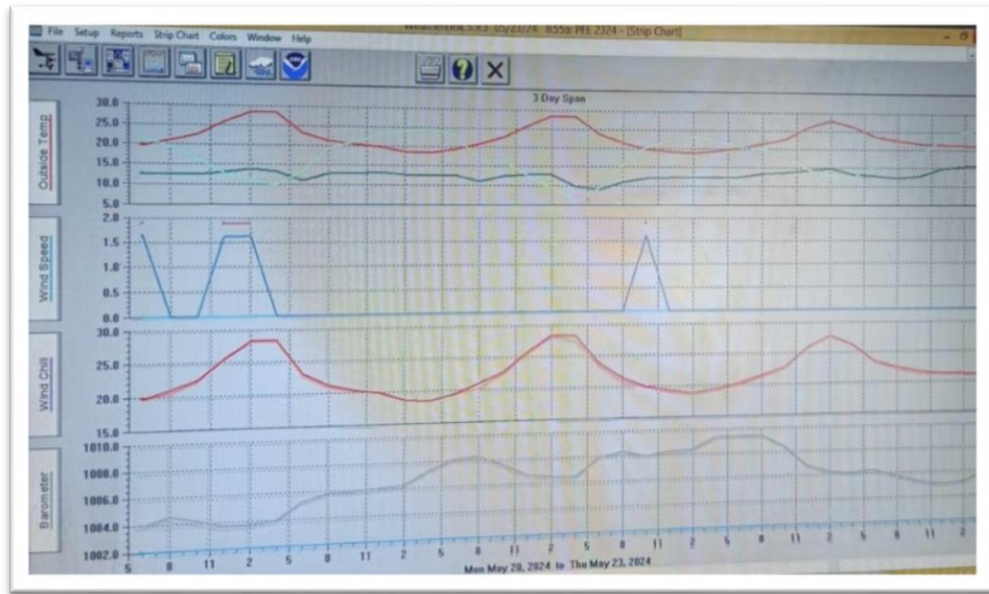


Figure 4.50: Graphiques climatiques

.

#### **4.6 CONCLUSION**

En conclusion, la maintenance des stations météorologiques sans fil est une étape cruciale pour garantir la fiabilité et la précision des données collectées. En effectuant régulièrement des opérations de maintenance préventive et corrective, nous assurons le bon fonctionnement de ces stations, permettant ainsi une surveillance météorologique continue et fiable. En mettant en œuvre des pratiques de maintenance efficaces, nous contribuons à maintenir la qualité des données et à assurer la sécurité dans divers domaines d'application, de l'agriculture à la gestion des infrastructures. En fin de compte, investir dans la maintenance des stations météorologiques sans fil est essentiel pour soutenir la prise de décision éclairée et la gestion efficace des risques liés aux conditions météorologiques changeantes.

## Conclusion générale

La maintenance d'une station météo est essentielle pour garantir l'exactitude et la fiabilité des données collectées. Le processus de démantèlement, d'examen et de diagnostic de la station a permis d'identifier et de corriger d'éventuels dysfonctionnements pouvant affecter son fonctionnement. Il veille à ce que chaque composant soit testé, en plus de l'installation du programme de stockage et de traduction des données. Ce processus nous a coûté un prix raisonnable, estimé à 3 000 DA, soit 1,5% par rapport au prix réel de la station, qui est de 1 300 EURO. soit environ 200 000 DA. C'est l'une des conditions de maintenance les plus importantes, à savoir que le prix de maintenance est très bas.

Nos futures perspectives consistent à connecter la station au réseau Internet, dans le cadre de l'Internet des Objets (IoT), ce qui ouvre la voie à une maintenance 4.0 innovante. En intégrant des capteurs intelligents et des technologies de communication avancées, cela permettra de surveiller en temps réel les conditions météorologiques, de prévoir les pannes et d'optimiser les interventions de maintenance. Cela permettra non seulement d'améliorer la précision des données collectées, mais aussi d'augmenter l'efficacité opérationnelle, en réduisant les coûts et les temps d'arrêt. Cette approche moderne transforme la gestion des infrastructures météorologiques, rendant les systèmes plus réactifs et autonomes.



# Bibliographie

---

- 1: Chen, S. T., Kuo, C. C., & Yu, P. S. (2009). Historical trends and variability of meteorological droughts in Taiwan/Tendances historiques et variabilité des sécheresses météorologiques à Taiwan. *Hydrological sciences journal*, 54(3), 430-441
- 2: Chen, S. T., Kuo, C. C., & Yu, P. S. (2009). Historical trends and variability of meteorological droughts in Taiwan/Tendances historiques et variabilité des sécheresses météorologiques à Taiwan. *Hydrological sciences journal*, 54(3), 430-441
- 3: Simmons, A. J., & Gibson, J. K. (2000). The ERA-40 Project Plan. *ECMWF Newsletter*, 94, 7-20.
- 4 : World Meteorological Organization. (2017). Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8).  
[https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=3413](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3413)
- 5 : Ahrens, C. D. (2018). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment* (12th ed.). Cengage Learning.
- 6 : Arya, S. P. (2001). *Introduction to Micrometeorology* (2nd ed.). Academic Press.
- 7 : Stull, R. B. (2015). *Meteorology for Scientists and Engineers* (3rd ed.). Brooks/Cole Cengage Learning.
- 8: Marshall, T. M., & Palmer, W. M. (Eds.). (2009). *The Meteorological Office: A brief history* (1st ed.). Cambridge University Press.
- 9 : Davis Instruments. (s.d.). Consoles de stations météorologiques.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf> 20/05/2024
- 10 : Davis Instruments. (s.d.). Enregistreurs de données.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf> 22/05/2024
- 11 : Davis Instruments. (s.d.). Capteur de rayonnement solaire et ultraviolet.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf> 25/05/2024
- 12 : Davis Instruments. (s.d.). Anémomètre.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf> 25/05/2024
- 13 : Davis Instruments. (s.d.). Girouette.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf> 25/05/2024
- 14 : Davis Instruments. (s.d.). Pluviomètre.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf>
- 15 : Davis Instruments. (s.d.). Sonde de Température et Humidité.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf> 25/05/2024

- 16 : Davis Instruments. (s.d.). Kit de ventilation active.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf> 25/05/ 2024
- 17 : Davis Instruments. (s.d.). Piles.  
<https://www.davis-meteo.com/PDF/CATALOGUE-PRIX-DAVIS.pdf> 25/05/ 2024
- 18 : Davis Instruments. (s.d.). Panneau solaire.  
[https://www.davis-meteo.com/PDF/Davis\\_catalogue\\_2010.pdf](https://www.davis-meteo.com/PDF/Davis_catalogue_2010.pdf)
- 19 : Davis Instruments. (s.d.). Émetteur ISS.  
[https://www.davis-meteo.com/PDF/Davis\\_catalogue\\_2010.pdf](https://www.davis-meteo.com/PDF/Davis_catalogue_2010.pdf)
- 20 : Davis Instruments. (s.d.). Trépied.  
[https://www.davis-meteo.com/PDF/Davis\\_catalogue\\_2010.pdf](https://www.davis-meteo.com/PDF/Davis_catalogue_2010.pdf)
- 21 : Davis Instruments. (s.d.). Enregistreurs de données.  
[https://www.davis-meteo.com/PDF/Davis\\_catalogue\\_2010.pdf](https://www.davis-meteo.com/PDF/Davis_catalogue_2010.pdf)
- 22 : Davis Instruments. (s.d.). WeatherLink.  
<https://home.davisweatherstation.com/2019/12/installation-guide-of-davis-vantage.html>
- 23 : World Meteorological Organization. (2017). Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8).  
[https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=3413](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3413)
- 24 : Stull, R. B. (2015). Meteorology for Scientists and Engineers (3rd ed.). Brooks/Cole Cengage Learning.
- 25: Smith, D. K. (1990). Reliability, Maintainability and Risk: Practical Methods for Engineers (4th ed.). Butterworth-Heinemann.
- 26: Carter, R. L. (1994). Maintenance Management and Regulatory Compliance Strategies. CRC Press.
- 27 AFNOR. (2016). Maintenance, maintenance corrective et préventive (Norme NF EN 13306 X60-010).
- 28: Nicolai, M., & Dupuis, S. (2015). Maintenance industrielle : Notions fondamentales et applications pratiques. Dunod.
- 29: Dal Pont, J. P., & De Almeida, A. T. (2012). Maintenance préventive et productive. Presses de l'Université du Québec.
- 30: Moubray, J. (2002). Reliability-centered Maintenance (2nd ed.). Industrial Press, Inc. Ce livre offre une approche systématique pour évaluer les besoins de maintenance et déterminer les meilleures stratégies d'intervention

A.1 An Improved Model of Estimation Global Solar Irradiation From in Situ Data: Case of Algerian Oranie's Region

[https://www.researchgate.net/publication/337997916\\_An\\_Improved\\_Model\\_of\\_Estimation\\_Global\\_Solar\\_Irradiation\\_From\\_in\\_Situ\\_Data\\_Case\\_of\\_Algerian\\_Oranie's\\_Region](https://www.researchgate.net/publication/337997916_An_Improved_Model_of_Estimation_Global_Solar_Irradiation_From_in_Situ_Data_Case_of_Algerian_Oranie's_Region)

Figure 1.1: <https://meteo-bleue.com/station-meteo/station-meteo-simple-d-utilisation/>

Figure 1.2 : <https://www.cdiscount.com/le-sport/nautisme/yosoo-compteur-de-vitesse-du-vent-ht625b-anemometr/f-12149040601-yos1689249429602.html>

Figure 1.3 : <https://www.safety-drone.shop/boutique-en-ligne/instruments-de-mesure/station-meteo-pour-smartphone-bl500/>

Figure 1.4 : <https://www.nauticexpo.fr/prod/weems-plath/product-21874-313809.html>

Figure 1.5 : <https://komparama.com/vantage-pro2-de-davis-instruments-test-et-avis/>

Figure 2.1 : [http://meteoengins.fr/index.php?choix=materiel\\_DavisVP2\\_ISS\\_Console](http://meteoengins.fr/index.php?choix=materiel_DavisVP2_ISS_Console)

Figure 2.4 : <http://www.davis-meteo.com/6450.php>

Figure 2.5: <http://www.davis-meteo.com/6490.php>

Figure 4.30: [www.scaledinstruments.com](http://www.scaledinstruments.com)

507 NW 60th Street Suite D Gainesville, FL, 32607 USA Phone: (352) 262-6119 Email: [ryanwilhour@gmail.com](mailto:ryanwilhour@gmail.com)

# Annexes

## Annexe A : les données acquises

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1			Temp	Hi	Low	Out	Dew	Wind	Wind	Wind	Hi	Hi	Wind	Heat
2	Date	Time	Out	Temp	Temp	Hum	Pt.	Speed	Dir	Run	Speed	Dir	Chill	Index
3	05/06/2024	6:00 PM	23.9	23.9	23.1	57	14.9	0.0	NNE	0.00	16.1	NNW	23.9	24.3
4	05/06/2024	8:00 PM	22.8	24.4	22.8	63	15.4	0.0	---	0.00	0.0	---	22.8	23.2
5	05/06/2024	10:00 PM	20.8	22.8	20.8	70	15.1	0.0	---	0.00	0.0	---	20.8	20.9
6	05/07/2024	12:00 AM	20.4	20.8	20.3	67	14.1	0.0	---	0.00	0.0	---	20.4	20.5
7	05/07/2024	2:00 AM	20.1	20.4	20.1	62	12.6	0.0	---	0.00	0.0	---	20.1	20.0
8	05/07/2024	4:00 AM	19.6	20.1	19.6	66	13.0	0.0	---	0.00	0.0	---	19.6	19.6
9	05/07/2024	6:00 AM	19.2	19.6	19.0	67	12.9	0.0	---	0.00	0.0	---	19.2	19.2
10	05/07/2024	8:00 AM	19.6	19.6	19.2	75	15.1	0.0	---	0.00	0.0	---	19.6	20.1
11	05/07/2024	10:00 AM	20.3	20.3	19.6	76	15.9	0.0	---	0.00	0.0	---	20.3	20.8
12	05/07/2024	12:00 PM	21.0	21.1	20.3	74	16.2	0.0	---	0.00	0.0	---	21.0	21.3
13	05/07/2024	2:00 PM	22.6	22.6	21.0	71	17.0	0.0	NNE	0.00	12.9	NNE	22.6	23.1
14	05/07/2024	4:00 PM	25.2	25.2	22.6	63	17.7	0.0	NNW	0.00	1.6	NNE	25.2	25.8
15	05/07/2024	6:00 PM	26.6	26.6	25.2	59	17.9	0.0	N	0.00	1.6	N	26.6	27.3
16	05/07/2024	8:00 PM	25.6	27.2	25.6	60	17.3	0.0	---	0.00	0.0	---	25.6	26.1
17	05/07/2024	10:00 PM	22.7	25.6	22.7	68	16.5	0.0	---	0.00	0.0	---	22.7	23.2
18	05/08/2024	12:00 AM	21.7	22.7	21.7	70	16.0	0.0	---	0.00	0.0	---	21.7	21.9
19	05/08/2024	2:00 AM	21.2	21.7	21.2	72	15.9	0.0	---	0.00	0.0	---	21.2	21.3
20	05/08/2024	4:00 AM	20.7	21.2	20.7	75	16.1	0.0	---	0.00	0.0	---	20.7	21.2
21	05/08/2024	6:00 AM	20.4	20.7	20.4	75	15.8	0.0	---	0.00	0.0	---	20.4	20.9
22	05/08/2024	8:00 AM	20.4	20.4	20.3	75	15.8	0.0	---	0.00	0.0	---	20.4	20.9
23	05/08/2024	12:00 PM	25.2	25.2	24.5	49	13.7	0.0	---	0.00	0.0	---	25.2	25.1
24	05/08/2024	2:00 PM	25.4	25.7	25.2	43	11.9	0.0	---	0.00	0.0	---	25.4	25.1

	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	Cool	In	In	In	In	In	In Air		Wind	Wind	ISS	Arc.	
2	D-D	Temp	Hum	Dew	Heat	EMC	Density	ET	Samp	Tx	Receipt	Int.	
3	0.463	25.5		49 14.0	25.4	8.99	1.1526	0.10		2411	1 88.1		120
4	0.375	23.6		55 14.0	23.8	10.06	1.1608	0.03		2808	1 100.0		120
5	0.204	22.6		59 14.1	22.6	10.85	1.1662	0.05		2805	1 100.0		120
6	0.171	22.1		56 12.9	21.8	10.31	1.1696	0.05		2810	1 100.0		120
7	0.148	21.9		53 11.9	21.4	9.79	1.1714	0.05		2808	1 100.0		120
8	0.102	21.3		55 11.9	20.6	10.14	1.1734	0.05		2809	1 100.0		120
9	0.069	22.0		54 12.3	21.6	9.92	1.1705	0.05		2807	1 100.0		120
10	0.106	21.6		62 14.0	21.4	11.33	1.1719	0.00		2805	1 100.0		120
11	0.162	22.5		63 15.1	22.7	11.50	1.1679	0.00		2808	1 100.0		120
12	0.222	22.9		62 15.3	23.3	11.28	1.1659	0.00		2809	1 100.0		120
13	0.352	24.8		58 16.0	25.1	10.49	1.1576	0.05		2807	1 100.0		120
14	0.574	26.2		56 16.7	26.6	10.09	1.1504	0.15		2808	1 100.0		120
15	0.690	28.0		53 17.5	28.7	9.60	1.1422	0.30		2796	1 100.0		120
16	0.606	27.7		48 15.7	27.8	8.81	1.1466	0.08		2804	1 100.0		120
17	0.366	24.6		56 15.2	24.8	10.20	1.1604	0.08		2767	1 100.0		120
18	0.282	23.9		57 14.9	24.3	10.35	1.1638	0.05		2768	1 100.0		120
19	0.236	23.6		59 15.1	23.9	10.77	1.1650	0.05		2786	1 100.0		120
20	0.199	23.3		61 15.3	23.7	11.09	1.1657	0.05		2764	1 100.0		120
21	0.171	23.1		60 14.9	23.4	10.98	1.1670	0.05		2788	1 100.0		120
22	0.171	23.2		60 15.0	23.5	10.98	1.1676	0.00		2740	1 100.0		120
23	0.569	25.7		45 12.9	25.5	8.38	1.1590	0.05		1392	1 50.9		120
24	0.588	26.4		39 11.4	25.9	7.46	1.1575	0.10		2787	1 100.0		120

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	THW	THSW			Rain	Solar	Solar	Hi Solar	UV	UV	Hi	Heat	Cool	In
2	Index	Index	Bar	Rain	Rate	Rad.	Energy	Rad.	Index	Dose	UV	D-D	D-D	Temp
3	24.3	25.1	1003.5	0.00	0.0		71 12.21		295 0.0	0.00	0.0	0.000	0.463	25.5
4	23.2	22.1	1004.3	0.00	0.0		8 1.38		63 0.0	0.00	0.0	0.000	0.375	23.6
5	20.9	19.7	1005.5	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.204	22.6
6	20.5	19.2	1005.6	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.171	22.1
7	20.0	18.7	1005.7	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.148	21.9
8	19.6	18.3	1005.1	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.102	21.3
9	19.2	17.9	1005.4	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.069	22.0
10	20.1	19.1	1007.0	0.00	0.0		1 0.17		5 0.0	0.00	0.0	0.000	0.106	21.6
11	20.8	20.0	1007.8	0.00	0.0		6 1.03		12 0.0	0.00	0.0	0.000	0.162	22.5
12	21.3	20.6	1007.7	0.00	0.0		9 1.55		16 0.0	0.00	0.0	0.000	0.222	22.9
13	23.1	22.4	1007.6	0.00	0.0		16 2.75		37 0.0	0.00	0.0	0.000	0.352	24.8
14	25.8	26.6	1006.9	0.00	0.0		103 17.72		350 0.0	0.00	0.0	0.000	0.574	26.2
15	27.3	31.2	1006.9	0.00	0.0		226 38.88		388 0.0	0.00	0.0	0.000	0.690	28.0
16	26.1	25.2	1007.4	0.00	0.0		35 6.02		58 0.0	0.00	0.0	0.000	0.606	27.7
17	23.2	21.9	1008.4	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.366	24.6
18	21.9	20.6	1008.9	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.282	23.9
19	21.3	19.9	1008.8	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.236	23.6
20	21.2	19.9	1008.7	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.199	23.3
21	20.9	19.6	1008.9	0.00	0.0		0 0.00		0 0.0	0.00	0.0	0.000	0.171	23.1
22	20.9	20.0	1009.6	0.00	0.0		1 0.17		5 0.0	0.00	0.0	0.000	0.171	23.2
23	25.1	24.8	1008.6	0.00	0.0		60 10.32		158 0.0	0.00	0.0	0.000	0.569	25.7
24	25.1	24.9	1008.3	0.00	0.0		70 12.04		345 0.0	0.00	0.0	0.000	0.588	26.4

## Annexe B : Le code des couleurs des résistances

