



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT : METEOROLOGIE



Mémoire de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme de Master
Mention : Météorologie
Titre : Ingénieur

Intitulé

Conception et réalisation d'un outil de gestion en ligne des
stations d'observations météorologiques à Madagascar

Présenté par

RANDRIAMPARANY Solohery

Date de soutenance : 18 Août 2017

Promotion 2017



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT : METEOROLOGIE



Mémoire de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme de Master
Mention : Météorologie
Titre : Ingénieur

Intitulé

Conception et réalisation d'un outil de gestion en ligne des
stations d'observations météorologiques à Madagascar

Présenté par **RANDRIAMPARANY Solohery**

Président :

- Monsieur RANDRIANASOLO Léon, Maître de Conférences.

Examineurs :

- Monsieur RABENASOLO Alain, Chef Unité Observation MTO à l'ASECNA.
- Monsieur RANDRIANARINDRINA Solomamy Olive, Enseignant chercheur dans la Mention Météorologie.
- Monsieur RAVALISOA Hobinirina Hasindray, Responsable Système d'Information à la DGM.

Rapporteur :

- Monsieur RAKOTOVAZAHA Olivier, Maître de Conférences.

Date de Soutenance : 18 Août 2017.

« L'Éternel est pour moi, je ne crains rien... »

Psaume 118/6

DEDICACES

Je tiens à dédier ce modeste travail à ma famille (ma femme et mes enfants), de leur grand amour subvenant, leur soutien, leur encouragement, leur patience, et leur aide continue pendant mes années d'études.

Ce travail est également dédié à mes parents et toute la famille.

Je désire dédier aussi cet effort à tous mes amis universitaires notamment dans le campus, et à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Que L'Eternel Dieu nous garde toujours unis

Remerciements

Mes plus hautes considérations vont à l'adresse du bon Dieu tout puissant. Sans Sa profonde miséricorde, je ne pourrais rien faire. Je le remercie profondément pour la santé, la motivation, le courage qu'il m'a offerts pour l'accomplissement de ce projet de mémoire.

Je veux exprimer par ces quelques lignes de remerciements mes gratitude envers tous ceux en qui, par leur présence, leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils, j'ai trouvé courage afin d'accomplir ce projet.

Je tiens à remercier Monsieur RANDRIANAHARISON Yvon, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique, pour m'avoir accueilli au sein de son établissement et Monsieur RANDRIANASOLO Léon, Maître de Conférences d'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Je tiens à exprimer aussi ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à Monsieur RAKOTOVAZAHA Olivier, Responsable de la mention météorologie, Maître de Conférences, qui m'a fait l'honneur de diriger ce travail, et ses précieux conseils furent d'un apport considérable.

Aussi, les membres de jury trouvent ici mes vifs remerciements pour avoir accepté d'honorer par leur jugement mon travail, à savoir :

Monsieur RABENASOLO Alain, Chef Unité Observation MTO à l'ASECNA Ivato Aéroport, Monsieur RANDRIANARINDRINA Solomamy Olive, Enseignant chercheur dans la Mention Météorologie, Et Monsieur RAVALISOA Hobinirina Hasindray, Responsable Système d'Information à la DGM.

Enfin, je ne peux achever ce projet sans exprimer mes gratitude à tous les enseignants de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo.

Merci.

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE

PREMIERE PARTIE : LES OBSERVATIONS

CHAPITRE I : LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

- I-1 GENERALITES
- I-2 OBSERVATION METEOROLOGIQUE
- I-3 OBSERVATION EN SURFACE
- I-4 HEURES D'OBSERVATIONS
- I-5 ECHANGE DES RENSEIGNEMENTS METEOROLOGIQUES ET NOTION DE RESEAU

CHAPITRE II : LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES EN SURFACE

- II-1 OBSERVATIONS REGULIERES (HORAIRE ET SYNOPTIQUES)
- II-2 OBSERVATIONS IRREGULIERES
- II-3 OBSERVATIONS AERONAUTIQUES
- II-4 OBSERVATIONS JOURNALIERES
- II-5 OBSERVATIONS HEBDOMADAIRES
- II-6 OBSERVATIONS MENSUELLES
- II-7 DIFFERENTS POSTES EXISTANTS DANS UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE ET L'USAGER AERONAUTIQUE

CHAPITRE III : LES PARAMETRES METEOROLOGIQUES

- III-1 GENERALITES
- III-2 PARAMETRES LUS ET ESTIMES
- III-3 PARAMETRES DERIVES ET MODE DE CALCULS
- III-4 AUTRES RENSEIGNEMENTS PROPRES A L'AERONAUTIQUE

CHAPITRE IV : LA METHODE DE STOCKAGE DES DONNEES METEOROLOGIQUES

- IV-1 INTRODUCTION
- IV-2 OUTILS UTILISES
- IV-3 METHODES D'ENREGISTREMENTS DES DONNEES DANS UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE

DEUXIEME PARTIE : LES PRODUITS SORTANTS D'UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE

CHAPITRE I : LE MESSAGE SYNOPTIQUE (*SYNOP*)

- I-1 GENERALITES
- I-2 FORME SYMBOLIQUE
- I-3 NOTIONS SUR LES CODES
- I-4 EXEMPLES

CHAPITRE II : LES MESSAGES AERONAUTIQUES

- II-1 GENERALITES
- II-2 MESSAGES REGULIERS (METAR) ET IRREGULIERS (SPECI)
- II-3 FORME SYMBOLIQUE
- II-4 NOTIONS SUR LES CODES
- II-5 EXEMPLES

CHAPITRE III : LE TABLEAU CLIMATOLOGIQUE MENSUEL (TCM)

- III-1 GENERALITES
- III-2 LES DIFFERENTS CONTENUS D'UN TCM

TROISIEME PARTIE : REALISATION DU PROJET

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

- I-1 INTRODUCTION
- I-2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE
- I-3 PRESENTATION DU PROJET
- I-4 CONCLUSION

CHAPITRE II : ANALYSE ET CONCEPTION

- II-1 INTRODUCTION
- II-2 NOTION SUR L'UML (UNIFIED MODELING LANGUAGE)
- II-3 PHASE D'ANALYSE
- II-4 PHASE DE CONCEPTION
- II-5 CONCLUSION

CHAPITRE III : REALISATION

- III-1 INTRODUCTION
- III-2 ENVIRONNEMENTS DE DEVELOPPEMENT
- III-3 ETAPES DE LA REALISATION
- III-4 PRINCIPALES INTERFACES GRAPHIQUES ET SCENARIO D'USAGE
- III-5 INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET APPORTS DE L'OUTIL EN LIGNE
- III-6 PERSPECTIVES

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

ANNEXES

Liste des Figures

Figure 1 : Forme symbolique du SYNOP	33
Figure 2 : Formes symboliques du METAR et SPECI	43
Figure 3 : Aperçu de la page 1 d'un TCM	49
Figure 4 : Aperçu de la page 2 d'un TCM	49
Figure 5 : Aperçu de la page 3 d'un TCM	49
Figure 6 : Aperçu de la page 4 d'un TCM	49
Figure 7 : Aperçu de la page 7 d'un TCM	50
Figure 8 : Aperçu de la page 8 d'un TCM	50
Figure 9 : Aperçu de la page 5 d'un TCM	50
Figure 10 : Aperçu de la page 6 d'un TCM	50
Figure 11 : Répartition des stations météorologiques opérationnelles à Madagascar	54
Figure 12 : Architecture client-serveur du projet	62
Figure 13 : Diagramme de cas d'utilisation d'un webmaster ou administrateur	73
Figure 14 : Diagramme de cas d'utilisation d'un administrateur station ou Chef de la station	74
Figure 15 : Diagramme de cas d'utilisation d'un observateur météorologique	75
Figure 16 : Diagramme de cas d'utilisation d'un usager aéronautique	75
Figure 17 : Diagramme de cas d'utilisation d'un visiteur	76
Figure 18 : Diagramme de classe du projet WEBDStation	77
Figure 19 : Diagramme d'états transitions ou de navigation	78
Figure 20 : Diagramme d'états transitions ou de navigation (suite)	79
Figure 21 : Diagramme de séquences d'inscription	80
Figure 22 : Diagramme de séquences d'authentification	81
Figure 23 : Diagramme de séquences d'authentification (Observateur / Usager aéronautique)	82
Figure 24 : Diagramme de séquences de gestion des membres (Observateur / Usager aéronautique)	83
Figure 25 : Diagramme de séquences d'enregistrement des données d'observations (horaires, synoptique)	84
Figure 26 : Diagramme de séquences de codification des messages (METAR/SPECI/SYNOP)	85
Figure 27 : Diagramme de séquences de consultation des messages	86
Figure 28 : Diagramme de séquences d'impression des pages TCM	86
Figure 29 : Diagramme de séquences de gestion des données TCM	87
Figure 30 : Diagramme de séquences de correction des observations	88
Figure 31 : Diagramme de séquences de transfert des données au format CSV	89
Figure 32 : Diagramme de séquences de suppression de toutes les données	89
Figure 33 : Diagramme de séquences d'affichage Aéroview	90
Figure 34 : Diagramme de séquences de consultation de l'aide	90
Figure 35 : Diagramme de séquences de mise à jour des informations relatives à la station	91
Figure 36 : Structure de notre plateforme web en évolution.	92
Figure 37 : Charte graphique de la page d'accueil	93
Figure 38 : Charte graphique de la page administrateur station /webmaster/observateur	93
Figure 39 : Charte graphique de la page Aéroview	94
Figure 40 : Capture écran de la configuration machine	95

Figure 41 : Fonctionnement du langage PHP	97
Figure 42 : Création d'une base de données avec phpMyAdmin	99
Figure 43 : Création d'une nouvelle table avec phpMyAdmin	99
Figure 44 : Liste des tables créées pour WEBDStation	100
Figure 45 : Aperçu de la table obshebdo	101
Figure 46 : Aperçu de la table obshoraire	101
Figure 47 : Aperçu de la table obsirreg	102
Figure 48 : Aperçu de la table obsjournaliere	102
Figure 49 : Aperçu de la table obsmens	102
Figure 50 : Aperçu de la table obstcm	103
Figure 51 : Aperçu de la table recordmetar	103
Figure 52 : Aperçu de la table recordspeci	104
Figure 53 : Aperçu de la table recordsynop	104
Figure 54 : Aperçu de la table stationmembre	105
Figure 55 : Aperçu de la table stationuser	105
Figure 56 : Aperçu de la table typemessage	106
Figure 57 : Aperçu de la page d'accueil	108
Figure 58 : Aperçu de la page inscription	109
Figure 59 : Aperçu de la page connexion (observateurs/ usagers)	110
Figure 60 : Aperçu de la page connexion (administrateur et chef de la station)	110
Figure 61 : Aperçu de la page d'accueil privé (Observateur et Chef de la station)	111
Figure 62 : Aperçu de la page d'alimentation initiale de la base	111
Figure 63 : Aperçu de la page de saisie d'observations horaires	112
Figure 64 : Aperçu de la page de consultation des messages	112
Figure 65 : Aperçu de page de codification de message METAR	113
Figure 66 : Aperçu de la page d'impression TCM	113
Figure 67 : Aperçu de la page de correction des données	114
Figure 68 : Aperçu de la page de transfert externe des données messages	114
Figure 69 : Aperçu de la page de suppression des données du serveur	115
Figure 70 : Aperçu de la page de gestion des membres stations	115
Figure 71 : Aperçu de la page d'accueil privé de l'administrateur	116
Figure 72 : Aperçu de la page de gestion de tous les personnels membres	116
Figure 73 : Aperçu de la page de gestion des stations membres	117
Figure 74 : Aperçu de la page de visualisation des codes sources	117
Figure 75 : Capture écran de Station-soft : Données d'observations de la station de Toamasina le 07 Mars 2017	118
Figure 76 : Capture écran du WEBDStation lors de la saisie horaire à 2100TU	119
Figure 77 : Message METAR de Toamasina le 07/03/2017 à 2100TU (source Ogimet.com)	120
Figure 78 : Message SYNOP de Toamasina le 07/03/2017 à 2100TU (source Ogimet.com)	120
Figure 79 : Capture écran du WEBDStation sur la codification METAR du 07/03/2017 à 2100TU	120
Figure 80 : Capture écran du WEBDStation sur la codification SYNOP du 07/03/2017 à 2100TU	121

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Les données d'observations horaires et synoptiques	10
Tableau 2 : Les données d'observations irrégulières	11
Tableau 3 : Les données aéronautiques	13
Tableau 4 : Les données d'observations journalières	14
Tableau 5 : Les données d'observation hebdomadaires	14
Tableau 6 : Les données d'observations mensuelles	15
Tableau 7 : Classifications des phénomènes météorologiques	19
Tableau 8 : Codification de l'indicateur d'inclusion de données de précipitation	34
Tableau 9 : Codification de l'Indicateur du mode d'exploitation et données du temps présent et passé.	35
Tableau 10 : Codification de la base des nuages	35
Tableau 11 : Codification de la visibilité horizontale en surface	36
Tableau 12 : Codification du tR durée de la période de précipitation aux heures SP	37
Tableau 13 : Codification du t _R durée de la période de précipitation aux heures SI	39
Tableau 14 : Codification des groupes 9S _p S _p S _p	40
Tableau 15 : Codes SYNOP de la station d'observation météorologique	41
Tableau 16 : Les phénomènes météorologiques	45
Tableau 17 : Codes METAR/SPECI de la station d'observation météorologique le 31/07/2017 (source OGIMET.COM)	47
Tableau 18 : Latitude, longitude et altitude de stations météorologiques	53
Tableau 19 : Critiques relatives aux outils de travail des stations météorologiques gérées ou non pas la DGM	57
Tableau 20 : Dictionnaires des données d'observations horaires et irrégulières	64
Tableau 21 : Dictionnaires des données d'observations horaires et irrégulières (suite)	65
Tableau 22 : Dictionnaires des données d'observations horaires et irrégulières (suite)	66
Tableau 23 : Dictionnaires des données d'observations horaires et irrégulières (suite et fin)	67
Tableau 24 : Dictionnaires des données d'observations journalières	68
Tableau 25 : Dictionnaires des données d'observations journalières (suite et fin)	69
Tableau 26 : Dictionnaires des données d'observations hebdomadaires	69
Tableau 27 : Dictionnaires des données d'observations mensuelles	70
Tableau 28 : Dictionnaires des données TCM	71
Tableau 29 : Dictionnaires des données TCM (suite et fin)	72
Tableau 30 : Résultat et validation des calculs dérivés	119
Tableau 31 : Les enregistrements des données d'observations météorologiques	C
Tableau 32 : Les enregistrements des données d'observations météorologiques (suite)	D

Liste des abréviations

AD WRNG	:	Aerodrome WaRNinG
AFI	:	AFrica-Indian ocean region
AGMET	:	Applied AGricultural Meteorology
AIRMET	:	AIRman's METeorological Information
AJAX	:	Asynchronous Javascript And XML
ASECNA	:	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
AVIMET	:	AVIs METéorologique
AWOS ou ASOS	:	Automated Surface Observing System ou système automatisé d'observation de surface
BC	:	BanCs
BDD	:	Base De Données
BL	:	BLowing
BLU	:	Bande Latérale Unique
BR	:	Brume
CAOBS	:	CALculateur OBServation (logiciel de DEGREAN HORIZON)
CAVOK	:	Ceiling And Visibility OK
CLIMAT	:	CLIMATology message
CSS	:	Cascading Style Sheets HTML
CSV	:	Comma-Separated Values (format de fichier de données tabulaires)
DGM	:	Direction Générale de la Météorologie
DOM	:	Document Object Model
DR	:	low DRifting
DS	:	DustStorm
DU	:	DUst
DZ	:	DriZzle
FBL	:	FaiBLé
FC	:	Funnel Cloud(s)
FZ	:	FreeZing
FG	:	FoG
FTP	:	File Transfer Protocol
FU	:	FUmée
GAMET	:	General Aviation Meteorological Information (forecast)

GR	:	GRêle
GS	:	GréSil
HTML	:	HyperText Markup Language
HVY	:	HeaVY
HZ	:	HaZe
JS	:	JavaScript
JQUERY	:	Bibliothèque JavaScript libre
MET REPORT	:	Message d'observation météorologique local en langage claire
METAR	:	Aerodrome Routine Meteorological Report
MI	:	MInce
MOD	:	MODerate
NA	:	Navigation Aérienne
NOTEM	:	NOTice d'Exploitation de la Météorologie
NSC	:	No Significant Cloud
OACI	:	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OMM	:	Organisation de la Météorologie Mondiale
OPMET	:	OPerational METeorological information
PO	:	POussière – sand whirls
PR	:	PaRtial
PDF	:	Portable Document Format
PHP	:	Hypertext Preprocessor
QFE	:	Atmospheric Pressure Q Field Elevation
QNH	:	Atmospheric Pressure Q at Nautical Height
RA	:	RAin
RAM	:	Réglementation Aéronautique à Madagascar
RVR	:	Runway Visual Range
SA	:	SAnd
SGBD	:	Système de Gestion de Bases de Données
SI	:	Synoptique Intermédiaire
SIOMA	:	Système Intégré d'Observation Météorologique d'Aérodrome
SIBD	:	Service de l'Information et la Base de Données
SH	:	Shower
SIGMET	:	SIGNificant METeorological Information
SM/SP	:	Synoptic Master ou Synoptique Principale
SNOWTAM	:	SNOW Warning To Airmen

SPECI	:	Aerodrome Special Meteorological Report
SPECIAL	:	SPECIAL message
SQ	:	SQualls
SQL	:	Structured Query Language
SS	:	SandStorm
SYNOP	:	SYNOPTique, message alphanumérique d'observations synoptique en surface
TAF	:	Terminal Aerodrome Forecast
TCM	:	Tableau Climatologiques Mensuel
TIC	:	Technologies de l'information et de la communication
TS	:	ThunderStorm
UML	:	Unified Model Langage
URL	:	Uniform Resource Locator
UTC/ TU	:	Universal Time Coordinate ou Temps Universel
VA	:	Volcanic Ash
VAISALA	:	Nom du Fournisseur des équipements météorologiques
VC	:	in the ViCinity
WAMP	:	Windows Apache MySQL PHP
WEBDStation	:	Web Base de données Station (Base de données en ligne des stations Met)
W3C	:	World Wide Web Consortium
XML	:	Extensible Markup Language
XHTML	:	Extensible Hypertext Markup Language

INTRODUCTION GENERALE

Les Technologies de l'information et de la communication (TIC) sont depuis quelques années un élément incontournable du monde. Mais on peut considérer qu'aujourd'hui une nouvelle étape s'est amorcée dans leur développement avec l'essor des réseaux, des Intranets et des environnements numériques.

Depuis plusieurs années, grâce à la mise en réseau des stations d'observations météorologiques mondiales, de nouveaux outils de travail, des calculateurs informatisés existent. Une multitude de logiciels et applications sont ainsi installés sur les ordinateurs afin de faciliter les traitements des données. Néanmoins, leur hétérogénéité et leur cloisonnement posent encore des difficultés d'accès, de maintenance, d'apprentissage et de ressaisie de données.

C'est dans ce sens que l'on se propose à travers ce sujet, le développement et l'usage des TIC dans l'ensemble des stations météorologiques de Madagascar. De nombreuses actions ont ainsi été menées avec l'objectif principal, la maîtrise des employés à la station météorologique d'un environnement moderne dans lequel ces technologies sont de plus en plus présentes et exploitées.

Nous allons aborder un travail qui résout certains problèmes persistants dans les stations météorologiques de la Grande île, à savoir : l'enregistrement des données météorologiques, la codification et les échanges des messages comme produits de sorties de chaque station et l'archivage des données climatologiques.

Pour ce faire, nous allons voir, en premier lieu, la notion des observations météorologiques, les différents produits sortants de la station météorologique synoptique et aéronautique. Et en deuxième lieu, nous aborderons l'analyse et la conception du projet avec le modèle UML (*Unified Model Langage*) en fonction des besoins. Et finalement, la réalisation de notre projet se fera avec MySQL et beaucoup d'autres langages de développements pour l'implémentation et l'administration de la base de données. Notre objectif est de concevoir un outil en ligne sécurisé et performant pour la gestion de toutes les stations météorologiques situées à Madagascar.

PREMIERE PARTIE

PREMIERE PARTIE : LES OBSERVATIONS

CHAPITRE I : LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

1.1 GENERALITES

Pendant l'antiquité, l'humanité était impuissante face aux caprices des phénomènes naturels dont dépendait leur sort. Elle ignorait les causes de variation de temps.

La première explication de la météorologie commence avec les Grecs. Le savant Aristote établissait déjà des liaisons entre le temps et le vent. Ce travail rassemblait de nombreuses observations sans faire mention de prévisions météorologiques. La prévision a commencé par l'interprétation des signes et de nos jours on se base sur l'observation du temps. Il n'existe aucune activité humaine (transports aériens, maritimes et l'agriculture surtout) qui ne soit pas tributaire du temps qu'il fait, du temps passé ou du temps futur. C'est pourquoi la météorologie est la science qui étudie l'atmosphère terrestre. Ses domaines les plus connus sont la prévision du temps et la climatologie.

L'observation du temps fournit au météorologiste la matière première de l'information météorologique. En harmonie avec le développement des observations instrumentales, un réseau de stations météorologiques a été organisé. De nos jours, des observations météorologiques se font dans toutes les régions du globe, coordonnées par les différentes structures de l'Organisation de la Météorologie Mondiale (OMM).

1.2 OBSERVATION METEOROLOGIQUE

1.2.1 Définition

La météorologie repose sur l'observation des phénomènes météorologiques et les processus (lois) atmosphériques. L'observation est l'ensemble d'opérations consistant en la mesure de certains éléments et en l'estimation d'autres ayant tous trait à l'atmosphère. **[12]**

1.2.2 Catégories des observations

Pour étudier l'atmosphère, on fait usage de certains moyens :

- à partir des stations terrestres – en mer, sur des stations à position fixe (bateaux-feux, plates-formes), sur des stations mobiles (navires sélectionnés) et sur des stations automatiques (bouées dérivantes)
- à partir d'avions de lignes – par des satellites météorologiques à défilement ou géostationnaire.

On distingue notamment :

- ✓ Les observations en surface,
- ✓ Les observations en altitude (ballon-pilote, radiosondage),
- ✓ Les observations au radar (détection des nuages orageux ou précipitants),
- ✓ Les observations spatiales (l'observation se fait du haut vers le bas).

Présentement, c'est l'observation en surface qui nous intéresse.

1.3 OBSERVATION EN SURFACE

Les observations en surface consistent à mesurer et à estimer des éléments atmosphériques dans les basses couches ou visuellement dans le ciel à partir du sol : c'est le cas des nuages, des électrométéores, des photométéores, etc. [13]

L'objectif est d'assurer que les observations effectuées soient conformes aux techniques jugées les meilleures et aux règles qui régissent toute mesure physique.

1.3.1 Classification des méthodes d'observation

Deux méthodes (02) sont utilisées en observation météorologique :

- La méthode par lecture instrumentale aboutissant à des considérations quantitatives.
- La méthode sensorielle ou à l'estime qui aboutit à des considérations qualitatives.

On peut classer ainsi ces différentes opérations :

- ✓ **Lecture instrumentale directe** : C'est le cas des températures de l'air et du sol, ou les valeurs extrêmes, la pression atmosphérique, l'humidité de l'air (U), l'évaporation, les précipitations, la direction et la vitesse du vent, l'insolation, le rayonnement et dans certains cas, les mesures de plafond à l'aide d'un télémètre approprié et les mesures de visibilité par transmissomètre.
- ✓ **Lecture de diagramme** : Sur les appareils enregistreurs se lisent en particulier les variations barométriques (tendance barométrique et extrêmes de pression) et thermométriques (extrêmes des températures).
- ✓ **Données de télémesure** : Station automatique.
- ✓ **A l'estime** : Nature, quantité (nébulosité), déplacement des nuages, Temps présent (ex : nature et intensité des précipitations), Temps passé, Etat du sol (ex : sol sec, humide, mouillé, inondé, neige) et en l'absence d'appareils de mesure, l'estimation de la visibilité, du plafond, et même de la force du vent (échelle Beaufort).

1.3.2 La station météorologique

L'observation météorologique de divers éléments est faite dans les stations météorologiques. La station est un lieu où l'on mesure ou évalue plusieurs éléments météorologiques. Il existe plusieurs types de stations :

- La station synoptique,
- La station aéronautique,
- La station pluviométrique,
- La station climatologique,
- La station agrométéorologique.

1.3.3 La station synoptique en surface

1.3.3.1 Emplacement

Chaque station effectuant les observations météo en surface devrait être située en un lieu où il est possible d'obtenir les données représentatives de l'état de l'atmosphère au-dessus d'une vaste région. La station devrait être installée sur un terrain qui lui est spécialement attribué de telle façon que les valeurs observées et mesurées puissent représenter le temps réel et le climat pendant une longue durée. Donc l'emplacement du point d'observation devrait se trouver à l'abri des effets d'industrie sur un terrain découvert éloigné de l'influence des bâtiments et des bois. [24]

1.3.3.2 Le parc météorologique (parc à instruments)

Il est l'aire d'observation, l'endroit où sont groupés tous les instruments météo, à l'exception de trois d'entre eux qui se trouvent à l'intérieur de la station. Il doit être sur un vaste espace (25m sur 25m), un terrain plat et dégagé, le sol laissé à son état naturel. Le parc peut être grillagé ou entouré de claies. Tenir compte des ombres portées. [24]

1.3.3.3 Identification

Une station en surface doit être identifiée par un indicatif de la station qui appartient à l'une des six (06) associations régionales des pays membres de l'OMM.

Exemple :

IVATO - 67083

TOAMASINA - 67095

1.3.4 Equipement

Une station bien équipée a dans son **parc météorologique** une série d'appareils de mesure. [24]

Ce sont :

- ✓ Le pylône anémométrique au sommet duquel sont installés l'anémomètre et la girouette, souvent accouplés,
- ✓ Le pluviomètre et le pluviographe,
- ✓ Les thermomètres au sol et dans le sol,
- ✓ L'héliographe,
- ✓ Le théodolite,
- ✓ Le bac à évaporation et l'anémomètre totalisateur,
- ✓ Le pyranomètre,
- ✓ Le projecteur néphoscopique,
- ✓ L'abri météorologique contenant des thermomètres ordinaires, sec et mouillé (psychromètre) des thermomètres à maxima et à minima - un thermographe et un hygrographe - un évaporomètre.

Et dans le local d'observation, on trouve la station – vent (indicateur ou enregistreur de vent relié aux organes sensibles par un câble électrique) - le baromètre et le barographe.

1.3.5 Constantes de la station

Certaines caractéristiques propres à la station appelées les « *constantes de la station* » sont affichées sur le lieu. Elles comportent les différentes notions suivantes :

- ✓ **Le nom de la station** indique la nomination locale de la station.
- ✓ **La latitude de la station et la Longitude de la station** sont les coordonnées géographiques représentées par des valeurs angulaires, expression de la position de la station.
- ✓ **Le nom du Pays.**
- ✓ **L'Indicateur OMM** définit le groupe d'emplacement géographique de la station météorologique à laquelle on indique la région du pays et l'indicatif international de la station.
- ✓ **L'Indicateur OACI** est le groupe littéral CCCC qui décrit l'indicateur d'emplacement OACI de la station météorologique d'observation aéronautique.
- ✓ **Le fuseau horaire** donne l'heure universelle (UTC) correspondant à midi locale de la station.
- ✓ **L'altitude de la station** est l'altitude du sol au pied de l'abri, au-dessus du niveau moyen de la mer. Elle résulte de mesures topographiques, de lectures sur cartes géographiques ou de calculs basés sur la pression, selon la station.
- ✓ **L'altitude du baromètre** est l'altitude du point zéro du baromètre au-dessus du niveau moyen de la mer (cuvette du baromètre). Cette altitude est toujours obtenue par rattachement topographique à un réseau de nivellement.

- ✓ **L'altitude minimale de secteur** est l'altitude la plus basse qui permet d'assurer un écart minimal de franchissement de 300 m au-dessus de tout obstacle situé dans un rayon de 46 km autour d'une aide de radionavigation ou d'un point d'observation météorologique aéronautique. **[1] [12]**
- ✓ **La correction de l'erreur instrumentale de la Pression** (valeur \pm en hPa) correspondant à la valeur corrective à apporter au baromètre afin que les lectures faites à des heures différentes et en des lieux différents puissent être utilisées comme valeurs de la pression atmosphérique.
- ✓ Les valeurs moyennes climatologiques de la station dont **la Tension de vapeur et la Pression**.
- ✓ La spécification des types des instruments météorologiques installés à la station :
 - **Pluviographe** : Pluviographe à pesée, Modèle à augets basculants et à flotteur.
 - **Anémomètre** : à coupelles et à pales.
 - **Héliographe** de type **Campbell-Stokes**
 - **Evaporomètre** de type **Livingston** et **Piche**.
- ✓ **La surface du Cylindre du pluviographe** (en centimètre carré),
- ✓ **Le nombre des contacteurs du transmetteur Girouette**,
- ✓ **La hauteur de l'Anémomètre** (en mètre),
- ✓ **Les données climatologiques** :
 - **Températures extrêmes** : minimale et maximale.
 - **Pressions extrêmes** : minimale et maximale.
 - **Les moyennes** de la température, de la pression et de la tension de vapeur.

1.4 HEURES D'OBSERVATIONS

Les observations horaires se divisent en deux genres principaux : horaires et synoptiques. Les observations horaires, moins complètes, sont effectuées à des heures variables. Elles servent presque exclusivement à l'assistance météorologique à l'aviation. **[13]**

Les observations synoptiques du fait qu'elles doivent traduire le temps sur une carte afin de comparer des données entre différents points, doivent être effectuées simultanément sur toute l'étendue du globe à des heures fixes. Elles doivent être faites aux heures standards UTC, c'est-à-dire selon le TEMPS UNIVERSEL COORDONNE, et non selon l'heure locale. Il y a 8 observations synoptiques à raison d'une observation toutes les 3 heures dont :

- ✓ 4 observations synoptiques **principales** : 0000, 0600, 1200, 1800UTC.
- ✓ 4 observations synoptiques **secondaires** ou **intermédiaires** : 0300, 0900, 1500 et 2100UTC.

Pour une observation synoptique de surface, l'heure réelle d'observation est celle de la lecture du baromètre, la pression étant prise en compte à l'heure ronde. Elle est exprimée en temps universel (UTC).

1.5 ÉCHANGE DES RENSEIGNEMENTS METEOROLOGIQUES ET NOTION DE RESEAU

La science météorologique est née lorsque l'on renonça à la météorologie locale pour étudier simultanément une vaste partie de l'atmosphère. A cet effet, le réseau des postes d'observations fut créé, couvrant une grande portion du globe, effectuant des observations simultanément et les échangeant rapidement, sous forme de messages codés, par les différents moyens de transmission. Donc, le réseau d'observation est la source de renseignements qui doit donner aux centres de prévision, à partir des intervalles de temps bien définis, une connaissance aussi précise que possible de l'état actuel de l'atmosphère et de son évolution récente.

Par contre, les messages sont transmis codés pour deux raisons :

- i. Concentration rapide et économique des observations (ne pas encombrer le réseau) ;
- ii. Emploi d'un langage universel (transcender les barrières linguistiques).

Quelle que soit la qualité du réseau, celui-ci ne vaut que s'il est accompagné d'un système permettant de transmettre sûrement et rapidement les observations effectuées dans les différentes stations.

C'est ce réseau, aujourd'hui développé, qui a permis d'étudier l'atmosphère, dans le but de fonder ses irrégularités, en se plaçant à l'échelle synoptique. Ainsi chaque réseau s'identifie à chaque observation synoptique.

Exemple : Réseau de 0600 TU

CHAPITRE II : LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES EN SURFACE

Elle consiste à mesurer et estimer des éléments atmosphériques dans les basses couches ou visuellement dans le ciel à partir du sol et d'assigner les éléments obtenus dans le carnet d'observation météorologique. Pour procéder avec un maximum d'efficacité dans l'organisation, les domaines ci-après incombent aux services météorologiques :

- **Synoptique** : Veille continue de l'état de l'atmosphère sur une petite ou une grande étendue et dont l'analyse conduit à la prévision du temps.
- **Climatologique** : Conservation, traitement, publication des observations du mois ou des années écoulées.
- **Aéronautique** : Fourniture des renseignements météorologiques précis sur les conditions existantes ou prévues sur un aéroport et ses environs pouvant affecter les vols.

2.1. OBSERVATIONS REGULIERES (HORAIRE ET SYNOPTIQUES)

2.1.1. Généralités

Certaines stations d'observations météorologiques sont choisies pour effectuer des observations météorologiques et fournir des messages sous une forme destinée d'abord à répondre aux besoins du personnel navigant de l'aviation et à d'autres usagers. Les observateurs assignés aux observations horaires doivent observer continuellement le temps et signaler immédiatement toute variation importante. Les observations synoptiques doivent en règle générale être représentatives d'une aire de 100 km de rayon autour de la station, mais pour des applications à petite échelle ou locales, ce rayon peut être ramené à 10 km. [27]

2.1.2. Observations prescrites

Les observations horaires doivent être effectuées toutes les heures, sur le coup de l'heure. Idéalement, tous les éléments devraient être observés à l'heure juste; en pratique toutefois, un certain laps de temps est nécessaire pour effectuer une observation. On doit lire le baromètre exactement sur le coup de l'heure. Les autres éléments doivent être observés dans les quelques minutes avant et le plus près possible du coup de l'heure (H-10). Les calculs, le codage et la consignation des observations horaires doivent être faits immédiatement après le coup de l'heure.

2.1.3. Timing

L'ordre exact d'observation des éléments météorologiques (à l'exception de la pression) n'est pas rigide. On recommande de faire l'observation des phénomènes qui varient le plus rapidement (le plafond et la visibilité) le plus tard possible. Par conséquent, lorsque le plafond est bas et que la visibilité est faible, il est préférable de faire l'observation de ces éléments juste avant la lecture du baromètre.

2.1.4. Contenus

On doit inclure les données suivantes respectivement dans la transmission des observations horaires et synoptiques.

Observations (régulières)	Éléments mesurés	Éléments calculés	Éléments estimés
Horaires	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vent ✓ La température atmosphérique ✓ La pression atmosphérique au niveau de la cuvette du baromètre 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ L'humidité atmosphérique ✓ La tension de vapeur 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tour d'horizon : Visibilité horizontale, de l'Observation des nuages et du Temps présent
Synoptiques	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vent ✓ La température ✓ La pression atmosphérique ✓ Hauteur de précipitations ✓ Evaporation ✓ Insolation et Radiation 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Température du point de rosée ✓ Les pressions aux niveaux de la station et de la mer ✓ L'altitude géopotentielle de la station 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tour d'horizon : Visibilité horizontale, de l'Observation des nuages et du Temps présent ✓ Portée visuelle de piste (RVR) (si disponible)

Tableau 1: Les données d'observations horaires et synoptiques

2.2. OBSERVATIONS IRRÉGULIÈRES

2.2.1. Généralités

Afin de fournir plus d'informations météorologiques permanentes et continues, les stations d'observations météorologiques effectuent des observations irrégulières en dehors des heures régulières lorsque les critères d'exécution sont atteints et remplis. [12] [15]

2.2.2. Observations prescrites

Les observations irrégulières peuvent être effectuées à tout moment antérieur aux heures régulières. Quelques éléments prescrits au cours des observations horaires ou régulières devraient être observés à l'heure imprévue.

2.2.3. Contenus

On doit inclure les données suivantes dans la transmission des observations irrégulières.

Observations	Éléments mesurés	Éléments calculés	Éléments estimés
Irrégulières	<ul style="list-style-type: none">✓ Vent.✓ La température.✓ La pression atmosphérique.	<ul style="list-style-type: none">✓ L'humidité atmosphérique.✓ La tension de vapeur.✓ Température du point de rosée.✓ Les pressions aux niveaux de la station et de la mer.✓ L'altitude géopotentielle de la station.	<ul style="list-style-type: none">✓ Tour d'horizon : la visibilité <i>horizontale</i>, l'observation des nuages et du Temps présent.

Tableau 2 : Les données d'observations irrégulières

2.3. OBSERVATIONS AERONAUTIQUES

2.3.1. Généralités

Seule station autorisée à effectuer les observations météorologiques aéronautiques est celle implantée sur une plateforme aéroportuaire ou proximité de la piste opérationnelle d'aérodrome. L'objectif est de renseigner au maximum, par des termes aéronautiques normalisés et recommandés, les données météorologiques utiles aux aéronefs en décollage, en atterrissage ou en stationnement. D'autres renseignements sont aussi fournis par une partie de prévision météorologique, appelée TENDANCE. Elle donnera une prévision qui couvrira une période de deux heures à partir de l'heure de la rédaction du message d'observation météorologique aéronautique. **[12]**
[14] 15]

Plus généralement, l'exécution de l'observation est confiée à une personne qualifiée de niveau Technicien Supérieur mais pour les stations météorologiques à Madagascar, elles sont effectuées par les observateurs météorologiques en présence d'un agent d'encadrement.

2.3.2. Timing

L'observation météorologique aéronautique s'effectue aux heures d'observations météorologiques horaires (régulières) et irrégulières si les critères d'exécution des observations spéciales sont remplis.

2.3.3. Contenus

Elle se repartie en 3 catégories de renseignements :

- Les renseignements liés aux observations régulières ou irrégulières (**Tableau 1**),
- Les autres renseignements propres à l'aéronautique (**Tableau 3**),
- La partie de prévision ou TENDANCE à court terme, soit de deux heures (**Tableau 3**).

Les éléments que peuvent contenir ces deux derniers points sont les suivants (inclus dans les observations horaires et irrégulières) :

Données aéronautiques	Eléments
Autres renseignements aéronautiques	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Numéro de la piste opérationnelle ✓ Portée visuelle de la piste ✓ Visibilité minimale et direction ✓ Autres phénomènes météorologiques significatifs à l'aéronautique ✓ Temps récents ✓ Cisaillement du vent ✓ Position et lieu du phénomène significatif ✓ Remarque
Partie de prévision ou TENDANCE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Type de la Tendence (NOSIG/BECMG/TEMPO) ✓ Les bornes horaires (début/fin) ✓ Vent ✓ Visibilité ✓ Temps présent ✓ Nuages

Tableau 3 : Les données aéronautiques

2.4. OBSERVATIONS JOURNALIERES

2.4.1. Généralités

Les observations météorologiques journalières comportent les paramètres extrêmes relevées au cours de la journée d'une station d'observation météorologique synoptique.

2.4.2. Timing

Le temps d'exécution se diversifie selon les paramètres météorologiques (*Annexe A*).

2.4.3. Contenus

Les données suivantes sont obligatoirement à renseigner pour une observation journalière.

<i>Observations</i>	Éléments relevés à partir de la variation diurne (diagrammes)
Journalières	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vent maximal. ✓ Humidités relatives extrêmes (minimale et maximale) ✓ Hauteur minimale des nuages ✓ Insolation (durée) ✓ Températures extrêmes (maximales et minimales au sol et sous-abri) ✓ Résumé du temps ✓ Pressions extrêmes

Tableau 4 : Les données d'observations journalières

2.5. OBSERVATIONS HEBDOMADAIRES

2.5.1. Généralités

Les observations météorologiques hebdomadaires ne nécessitent plus d'exécuter une observation météorologique mais se focalisent sur les relevées des paramètres extrêmes de pressions et de l'humidité de la semaine à partir des données déjà enregistrées et corrigées sur le carnet d'observation.

2.5.2. Contenus

Les données hebdomadaires indiquent les éléments extrêmes relevés à la station au cours de la semaine précédente (du lundi au dimanche). L'enregistrement se fera au début de la semaine suivante.

Le tableau suivant nous montre les éléments concernés.

<i>Observations</i>	Éléments relevés corrigés à partir du carnet d'observation
Hebdomadaires	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pressions extrêmes ✓ Humidités extrêmes

Tableau 5 : Les données d'observation hebdomadaires

2.6. OBSERVATIONS MENSUELLES

2.6.1. Généralités

Les observations météorologiques mensuelles consistent à renseigner des valeurs dites « normales » et donner un aperçu global de la situation météorologique à la station au cours du mois passé à partir des données climatologiques. Elles sont réalisées à des fins climatologiques. Elles s'effectuent au début du mois afin d'obtenir toutes les données du mois écoulé.

2.6.2. Contenus

Le tableau suivant résume les données à inclure.

Observations	Éléments concernés
Mensuelle	<ul style="list-style-type: none">✓ Quintile✓ Période la plus sèche du mois✓ Normale de l'insolation✓ Caractéristique dominante du mois

Tableau 6 : Les données d'observations mensuelles

2.7. DIFFERENTS POSTES EXISTANTS DANS UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE ET L'USAGER AERONAUTIQUE

2.7.1. L'observateur météorologique

L'observateur météorologique assure l'accomplissement des tâches suivantes:

- Exécuter avec les instruments appropriés des observations synoptiques et/ou climatologiques offrant l'exactitude requise;
- Maintenir en bon état les instruments, les informations concernant les métadonnées et les sites d'observation;
- Coder et envoyer les observations (en l'absence de systèmes automatiques de chiffrement et de communications);
- Entretenir les appareils enregistreurs de la station, notamment changer les diagrammes s'il y a lieu;
- Dresser ou collationner les relevés hebdomadaires et/ou mensuels de données climatologiques en l'absence de systèmes automatiques appropriés;
- Fournir des observations supplémentaires ;
- Fournir de sauvegarde lorsque l'équipement automatique se trouve hors de service ou ne permet pas à l'observation de tous les éléments prescrits;
- Répondre aux demandes du public et des professionnels.

2.7.2. L'administrateur station ou le Chef de la station

Le rôle d'un administrateur station est d'ordre technique et administratif.

Les activités techniques courantes :

- *Vérifie l'état des appareils de mesure en surface.*
- *Exploite le carnet journal de la station.*
- *Contrôle les observations faites pendant la nuit.*
- *Vérifie les travaux de saisie et de sauvegarde des données météorologiques.*
- *Valide les extrêmes.*
- *Assiste les exploitants de la NA.*
- *Contribue à la rédaction des rapports périodiques.*

Les activités techniques périodiques :

- *Contrôler les messages transmis par l'observateur.*
- *Relève les anomalies sur les appareils de transmission.*
- *Rédige le TCM et établit les moyennes décadaires et mensuelles.*
- *Rédige et transmet les messages CLIMAT.*
- *Rédige les documents climatologiques destinés à la météorologie nationale extrait de la base des données météorologiques.*
- *Edite les résumés climatologiques d'aérodromes.*

La fonction administrative se base sur la gestion du personnel.

2.7.3. L'utilisateur aéronautique

Comme son nom l'indique, il représente une personne qui fait l'usage d'un service aéronautique. On peut en citer à titre d'exemple les contrôleurs aériens, les pilotes d'aéronefs et d'autres agents au sol des compagnies aériennes. Ces différentes personnes usent du service offert par la météorologie aéronautique pour leurs besoins.

CHAPITRE III : LES PARAMETRES METEOROLOGIQUES

3.1. GÉNÉRALITÉS

Une observation météorologique en surface repose sur les éléments cités précédemment. Ces éléments peuvent être obtenus : soit par une lecture directe des paramètres de base sur les instruments météorologiques installés à la station ou sur les enregistreurs, soit par les résultats d'une suite des opérations, appelées « *calculs des paramètres dérivés* ». Par ailleurs, d'autres renseignements s'obtiennent par des estimations visuelles et sonores.

3.2. PARAMÈTRES LUS ET ESTIMÉS

Les paramètres lus sont les vents, les précipitations, les températures, la pression et l'insolation.
Les paramètres estimés sont les phénomènes, la visibilité et les nuages.

3.2.1. Les vents

3.2.1.1. Définition

La vitesse du vent est une grandeur vectorielle tridimensionnelle caractérisée par des variations aléatoires à petite échelle qui interviennent dans l'espace et dans le temps et qui se superposent à un écoulement organisé de grande échelle. On l'envisage sous cet aspect au regard, notamment, du transport des polluants et de l'atterrissage des aéronefs. Toutefois, d'une façon générale, le vent en surface sera considéré principalement comme une quantité vectorielle bidimensionnelle définie par deux nombres représentant respectivement la direction et la vitesse. Les rafales sont des fluctuations rapides du vent dont l'importance est exprimée par leur « *intensité* ». [27]

Les grandeurs moyennes sont les moyennes de grandeurs calculées sur des intervalles de 10 minutes comme pour la prévision. Les statistiques climatiques exigent habituellement des moyennes pour chaque heure du jour et de la nuit. Les applications aéronautiques nécessitent parfois qu'elles soient calculées sur des intervalles plus courts.

3.2.1.2. Unités et échelles

La vitesse du vent devrait être exprimée à 0.5 m s^{-1} près ou si elle est exprimée en nœuds (0.515 m s^{-1}) avec arrondi à l'unité la plus proche. Dans les rapports synoptiques, elle devrait correspondre à la moyenne établie sur une période de dix minutes et d'une heure dans les rapports agrométéorologiques. On calcule parfois des moyennes sur une période plus courte à certaines fins aéronautiques.

La direction du vent devrait être exprimée en degrés et arrondie à la dizaine la plus proche, à l'aide du code 01, ..., 36. Elle devrait en outre correspondre à la moyenne établie sur une période de 10 minutes. La direction du vent est, par définition, la direction d'où souffle le vent, mesurée dans le sens des aiguilles d'une montre à partir du nord géographique, à savoir le nord vrai. [18]

3.2.2. La visibilité

3.2.2.1. Définition

La visibilité météorologique de jour et la visibilité météorologique de nuit sont définies comme la plus grande distance à laquelle un objet noir, de dimensions appropriées, situé au sol, peut être vu et identifié de jour sur le fond du ciel à l'horizon ou, quand il s'agit d'observations de nuit, pourrait être vu et identifié si l'éclairement général augmentait jusqu'à atteindre l'intensité normale en lumière du jour. [13] [27]

Deux notions de la visibilité sont à connaître : dominante et minimale.

La visibilité **dominante** est la valeur de la visibilité la plus grande, observée conformément à la définition de « visibilité », qui est atteinte dans au moins la moitié du cercle d'horizon ou au moins la moitié de la surface de l'aérodrome. Ces zones peuvent comprendre des secteurs contigus ou non contigus.

La visibilité **minimale** représente la plus petite valeur relevée de la visibilité et ayant remplie les seuils minimums requis. Il y a aussi la notion de la mesure de Portée visuelle de piste ou Runway Visual Range (RVR) lorsque la visibilité devient inférieure à 2000m.

3.2.2.2. Unités et échelles

La visibilité météorologique ou Portée Optique Météorologique (POM) s'exprime en mètres ou en kilomètres. Sa gamme de mesure varie en fonction des applications. Si, pour les besoins de la météorologie synoptique, l'échelle des valeurs mesurées de la POM s'étend de moins de 100 mètres à plus de 70 km, la gamme des mesures pourra être plus restreinte pour d'autres applications. C'est notamment le cas pour l'aviation civile pour laquelle la limite supérieure peut être de 10 km. Cette gamme peut être réduite plus encore lorsqu'il s'agit de mesurer la portée visuelle de piste représentant les conditions d'atterrissage et de décollage par visibilité réduite. [14] [18]

3.2.3. Les phénomènes (Temps présent et passé)

3.2.3.1. Temps présent :

Il traduit la présence d'un ou plusieurs météores, ou d'une évolution de l'état du ciel. Des codes chiffrés permettent de les décrire au moment de l'observation qui dure dix (10) minutes en partant de H-50 à l'heure réelle de l'observation. [27]

Certains phénomènes météorologiques définis par catégories sont pris en considération dans le code du temps présent pour chiffrer les messages d'observation synoptiques.

3.2.3.2. Temps passé :

C'est le temps qui a prévalu avant le moment de l'observation ou temps de la période précédant le temps présent (c'est-à-dire, 50 minutes avant le moment d'observations pour les observations horaires, 2 heures 50 minutes avant le moment d'observations pour les observations synoptiques intermédiaires et 5 heures 50 minutes avant le moment d'observations pour les observations synoptiques principales). Des chiffres de code sont aussi utilisés pour décrire le temps passé dans les observations synoptiques qu'aéronautiques. [27]

Le tableau ci-après nous récapitule les différentes classifications des phénomènes météorologiques existants.

Phénomènes météorologiques	Désignations
HYDROMETEORES	<p>C'est un phénomène qui se produit au sein de l'atmosphère sous forme de particules d'eau, liquide ou solide en chute ou en suspension, ou soulevées de la surface du globe par le vent, ou déposées sur des objets au sol ou dans l'atmosphère libre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pluie, bruine, neige, grêle, sous forme de précipitation ou chute • Brouillard, brume humide, sous forme de particules en suspension dans l'atmosphère • Rosée, gelée blanche, givre, verglas, sous forme de dépôt • Les embruns, chasse-neige, sous forme de particules soulevées.
LITHOMETEORES	<p>C'est un phénomène qui se produit au sein de l'atmosphère sous forme de particules dont la plupart sont solides et non aqueuses. Ces particules sont plus ou moins en suspension dans l'atmosphère ou soulevées du sol par le vent. Ce sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brume sèche, brume de sable, fumée, particules plus ou moins en suspension dans l'atmosphère • Chasse-poussière, chasse-sable, tempête de poussière, tempête de sable, tourbillon de poussière et tourbillon de sable, particules soulevées du sol par le vent.
ELECTROMETEORES	<p>C'est une manifestation visible ou audible de l'électricité atmosphérique. Les électro météores peuvent se produire comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eclairs, tonnerre, sous forme de décharge discontinue d'électricité • Feu de Saint-Elme et aurore polaire, sous forme de phénomènes plus ou moins continus.
PHOTOMETEORES	<p>C'est un phénomène lumineux engendré par réflexion, réfraction, diffraction, ou interférence de la lumière solaire ou lunaire. Les phénomènes peuvent être observés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dans une atmosphère plus ou moins limpide : mirage, tremblement, scintillation, rayon vert, teinte crépusculaire • A la surface ou au sein des nuages : phénomène de halo, couronne, irisation et gloire • A la surface ou au sein de certains hydrométéores ou litho météores : gloire, arc-en ciel

Tableau 7 : Classifications des phénomènes météorologiques

3.2.4. Les nuages

3.2.4.1. Définitions

Amas de minuscules gouttelettes d'eau, cristaux de glace ou d'un mélange des deux, dont la base se situe au-dessus de la surface terrestre et qui est perceptible depuis le lieu d'observation. Le diamètre limite des particules liquides est de l'ordre de 200 µm; les gouttes de taille plus importante constituent de la bruine ou de la pluie. [27]

- **Nébulosité** : Fraction du ciel qu'on estime être couverte par des nuages d'un certain type (nébulosité partielle) ou par une combinaison de nuages. Dans les deux cas, l'unité de mesure est l'octa (un huitième de la voûte céleste) et on donne les résultats en utilisant une échelle où l'on se réfère essentiellement à l'octa le plus proche, sauf que les chiffres 0 et 8 indiquent respectivement un ciel totalement clair et totalement couvert avec ajustement correspondant des autres chiffres près des extrémités de l'échelle.
- **Base des nuages** : Zone la plus basse dans laquelle l'obscurcissement, correspondante au passage d'un air clair ou de brume sèche à des gouttelettes d'eau ou des cristaux de glace, crée une modification importante du profil du coefficient d'atténuation donné par la rétrodiffusion. La hauteur de la base des nuages est définie comme la distance verticale au-dessus du niveau du sol. Pour une station météorologique aéronautique, le niveau du sol (surface) est défini comme l'altitude officielle de l'aérodrome.

3.2.4.2. Unités et échelles

L'unité de mesure de la hauteur des nuages est le mètre (m) ou, pour certaines applications aéronautiques, le pied (ft). L'unité de mesure de la nébulosité est l'octa, soit le huitième de la voûte céleste recouverte par des nuages telle que l'observateur la voit. [14] [18]

3.2.5. Les précipitations

3.2.5.1. Définitions

On appelle précipitation, tout produit de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique qui se dépose à la surface de la terre. Les précipitations qui prennent naissance en altitude sont classées selon les formes suivantes : précipitations liquides, précipitations verglaçantes et précipitations solides. [13]

3.2.5.2. Unités et échelles

L'unité de précipitation est une mesure linéaire de la hauteur, habituellement exprimée en millimètres (volume/surface), ou kg m^{-2} (masse/surface). [14] [18]

3.2.6. Les températures

3.2.6.1. Définition

La température d'un corps est ce qui détermine sa capacité de transmettre de la chaleur à d'autres corps ou d'en recevoir de ceux-ci. Quand deux corps sont présents, celui qui perd de la chaleur au profit de l'autre est celui des deux qui est à la plus haute température. [13]

Pour les besoins de la météorologie, les températures sont mesurées dans un certain nombre de milieux. La variable la plus fréquemment mesurée est la température de l'air. Les autres variables sont la température au sol et sous-sol.

3.2.6.2. Unités et échelles de température

La température thermodynamique (T), exprimée en kelvins (K), (également désignée par température Kelvin), est la température de base. L'échelle Kelvin est définie en assignant la valeur de 273,16 K au point triple de l'eau pure. Pour la plupart des besoins météorologiques, la température est ramenée à l'échelle Celsius (ou température Celsius) est définie par l'équation [E1] suivante : [14] [18]

$$T/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15 \quad [\text{E1}]$$

3.2.7. La pression atmosphérique

3.2.7.1. Définition

La pression atmosphérique sur une surface donnée est la force que l'atmosphère sus-jacente exerce en raison de son poids par unité de surface ; elle est donc égale au poids de la colonne d'air verticale qui s'étend d'une projection horizontale de la surface en question jusqu'à la limite supérieure de l'atmosphère.

Il convient de déterminer, outre la pression elle-même, la tendance de la pression, c'est-à-dire la nature et l'amplitude de la variation barométrique observée sur une période de 3 h, qui se termine au moment de l'observation.

Seule la pression affichée sur le baromètre fait l'objet d'une lecture directe à la station, mais beaucoup d'autres notions existent, et sont déduites des calculs issus des paramètres de base, dont nous allons voir dans les paramètres dérivées leurs propriétés respectives et les modes de calculs adoptés. [27]

3.2.7.2. Unités et échelles

L'unité fondamentale de pression atmosphérique est le pascal (Pa) (ou le Newton par mètre carré). La pratique veut que l'on utilise, pour indiquer la pression en météorologie appliquée, l'hectopascal (hPa) qui équivaut à 100 Pa, principalement car il correspond à l'unité utilisée auparavant, soit le millibar (mbar). [14] [18]

3.2.8. L'évaporation

3.2.8.1. Définition

L'évaporation réelle est la quantité d'eau qui s'évapore d'une surface d'eau libre ou du sol. [27]

3.2.8.2. Unités et échelles

Le taux d'évaporation est défini comme la quantité d'eau qui s'évapore d'une unité de surface par unité de temps. Il peut être exprimé comme la masse ou le volume d'eau liquide ainsi évaporée. Habituellement, il s'agit de la hauteur d'eau liquide qui retourne à l'atmosphère par unité de temps en s'évaporant depuis l'ensemble de la surface considérée. [14] [18]

3.2.9. L'insolation

3.2.9.1. Définition

En application de la publication OMM-N° 5442, la durée d'insolation au cours d'une période donnée correspond à la somme des périodes au cours desquelles l'éclairement énergétique solaire direct est supérieur à 120 W m^{-2} . La mesure de la durée d'insolation effectuée chaque jour de la durée pendant laquelle le soleil a été visible du lever au coucher, de façon à ce que l'image du soleil soit apportée sur la surface d'une bande de carton, brûlant ou carbonisant celle-ci selon son intensité grâce à une sphère en verre. [22]

3.2.9.2. Unités et échelles

La grandeur physique que constitue la durée d'insolation s'exprime évidemment en unités de temps, les plus utilisées étant la seconde (s) et l'heure (h). Pour les besoins de la climatologie, on utilise aussi des unités dérivées telles que le nombre d'heures par jour ou les heures d'insolation quotidienne, Elle est exprimée en heures et 1/10 d'heures. [14] [18]

3.3. PARAMETRES DERIVES ET MODE DE CALCULS

3.3.1. Définitions

Les définitions des termes utilisés ici sont celles que donne le Règlement technique de l'OMM (OMM-N° 49) dans son *annexe B*. [15]

Voici les définitions simples des grandeurs les plus usuelles dans la mesure de l'humidité :

- ✓ **La température du point de rosée T_d** est la température à laquelle l'air humide, saturé par rapport à l'eau à la pression donnée, a un rapport de mélange de saturation égal au rapport de mélange donné ;
- ✓ **L'humidité relative U** est le rapport en pourcentage de la tension de vapeur observée à la tension de vapeur saturante par rapport à l'eau, à la même pression et à la même température ;
- ✓ **La tension de vapeur e'** est la pression partielle exercée par la vapeur d'eau contenue dans l'air ;
- ✓ **La tension de vapeur saturante e'_w** est la tension exercée par la vapeur contenue dans l'air en équilibre avec une surface d'eau.

Et pour les pressions :

- ✓ **La pression de la station** est la mesure réalisée par le baromètre à l'altitude de la station, exprimée en hectopascals (hPa).
- ✓ **La pression au niveau de la mer** est la pression réduite au niveau de la mer à partir de la pression au niveau de la station, en hPa dans *les conditions de l'atmosphère locale*.
- ✓ **La hauteur du géopotentiel** désigne l'altitude à laquelle on atteint un potentiel égal de gravité. Il s'agit donc d'une hauteur normalisée de la gravité obtenue à partir de la pression au niveau de la station.
- ✓ **Le QNH (Atmospheric Pressure Q Code at Nautical Height)** est comme la pression atmosphérique d'une station de mesure ramenée par calcul au niveau de la mer *dans les conditions de l'atmosphère standard*.
- ✓ **Le QFE (Atmospheric Pressure Q Code at Field Elevation)** correspond à l'altitude de l'aérodrome par rapport au niveau de la mer dans les conditions de l'atmosphère standard. [23]

3.3.2. Unités et échelles

Les unités et symboles qui suivent servent normalement à exprimer les quantités les plus souvent utilisées relativement à la vapeur d'eau dans l'atmosphère et la pression : [14] [18]

- Les tensions de vapeur dans l'air e' et $e'w$ ainsi que la pression sont en hectopascal (hPa) ;
- La température T , la température du thermomètre mouillé T_w et la température du point de rosée T_d sont en degré Celsius (°C) ;
- L'humidité relative U est en pourcentage (%) ;
- La pression calculée est exprimée en hPa ou en millibar (mbar), tandis que la hauteur géopotentielle est en mètre géopotentiel (m gp).

3.3.3. Détermination de la valeur des pressions réduites, l'altitude géopotentielle, les pressions QNH et QFE

3.3.3.1. La pression réduite au niveau de la station

Il est nécessaire de réduire au même niveau les observations barométriques faites à des stations situées à des altitudes différentes, afin de pouvoir les comparer. Plusieurs méthodes sont appliquées pour procéder à cette réduction, mais l'OMM n'a pas encore recommandé une méthode particulière, sauf dans le cas des stations situées à faible altitude. [21]

✓ **Mode de calcul :**

On utilise la **méthode THOMAS**, soit la formule [E2] :

$$P = P_c * \left(\frac{1+b*t_b}{1+m*t_b} \right) * \left(\frac{g}{G} \right) + c' \quad [E2]$$

Avec la pression corrigée de l'erreur instrumentale P_c est donnée par la relation [E3] :

$$P_c = B + c \quad [E3]$$

Où

P_c	=	pression corrigée de l'erreur instrumentale, en hPa ;
B	=	lecture brute du baromètre, en hPa ;
c	=	correction instrumentale fixe, en hPa ;

Et

t_b	=	température du baromètre, en °C ;
b	=	coefficient de dilatation du métal gradué = 184.10^{-7} ;
m	=	coefficient de dilatation du mercure = 1818.10^{-7} ;
g	=	gravité à la station, en $m.s^{-2}$;
G	=	gravité normale conventionnellement = $9,80665$ en $m.s^{-2}$.

c' = correction thermique qui résulte de la dilatation globale du mercure, de celle de la cuvette et du tube de verre pour les baromètres à large cuvette. Mais cette valeur de l'ordre de quelques centièmes de hPa est négligeable en général.

La gravité à la station est obtenue à l'aide des formules suivantes, tirées du « *Guide des Instruments et des Observations Météorologiques* » de l'OMM.

$$g = g_{\varphi} - 0.000003086Z$$

$$g_{\varphi} = 9,80620 (1 - 0.0026442 \cos(2\varphi) + 0.0000058 \cos^2(2\varphi))$$

où :

φ = latitude de la station en degrés ;
 g_{φ} = gravité au niveau de la mer et à la latitude phi, en m.s⁻² ;
 Z = altitude de la cuvette barométrique en mètres.

3.3.3.2. La pression réduite au niveau de la mer

La pression atmosphérique observée devrait être réduite au niveau moyen de la mer pour toutes les stations où cela peut se faire avec une exactitude suffisante. Lorsque cela se révèle impossible, la station devrait indiquer, en vertu d'un accord régional, soit le géopotential d'un « *niveau de pression constante* » convenu, soit la pression réduite à un niveau de référence convenu pour cette station. [21]

✓ Mode de calcul

Formule de réduction de la pression au niveau de la mer possible pour les stations situées à moins de 750 m d'altitude est donnée par la relation [E4] :

$$\log_{10} \frac{P_0}{P_S} = \frac{K_p * H_P}{T_{mv}} = \frac{K_p * H_P}{T_s + \frac{a * H_P}{2} + e_m * C_h} \quad [E4]$$

où

P_0 = pression réduite au niveau de la mer, en hPa ;
 P_S = pression au niveau de la station, en hPa ;
 K_p = constante hypsométrique = 0,0148275 K / m ;
 H_P = altitude de la station, en m ;
 T_{mv} = température virtuelle moyenne, en K ;
 T_s = température à la station, en K ;
= 273,15 + t, t = température à la station en °C ;
 a = gradient vertical de la température supposé dans la colonne d'air fictive s'étendant du niveau de la mer à l'altitude de la station = 0,0065 K / m ;
 e_m = tension de vapeur moyenne annuelle de la station, en hPa ;
 C_h = coefficient = 0,12 K / hPa.

La même formule [E4] s'emploie souvent dans sa forme exponentielle [E5]:

$$P_0 = P_s * \exp^{\left(\frac{K_p * H_p}{T_s + \frac{a * H_p}{2} + e_m * C_h}\right)} \quad [E5]$$

Le géopotential de la station est par définition :

$$H_p = \frac{\int_0^Z g dz}{9.8}$$

Où

$$g = g_\phi - 0.000003086Z$$

Donc

$$H_p = \frac{1}{9.8} * \left(g_\phi - 0.000003086 * \frac{Z}{2} \right) * Z$$

3.3.3.3. Altitude du niveau standard 850 hPa

✓ Méthode de calcul

Les stations d'altitudes supérieure à 750 m et inférieure à 2 300 m calculent et transmettent non pas la pression réduite au niveau de la mer, mais le géopotential du niveau 850 hPa. A Madagascar, les stations concernées sont : *Ivato, Fianarantsoa, Ranohira et Antsirabe*. [21]

Nous utilisons, pour ce faire, la formule [E6] suivante établie d'après la *Note Technique N° 61 de l'OMM* [23] :

$$H_{850} = H_p + \frac{\left(\log \frac{P}{850}\right) * (T' + C_h * e_m)}{K + \frac{a}{2} + \log \frac{P}{850}} \quad [E6]$$

Où :

H_{850}	=	altitude du niveau 850 hPa, en m ;
H_p	=	altitude de la station, en m ;
P	=	pression au niveau de la station, en hPa ;
C_h	=	une fonction de H_p exprimée en °C/hPa ;
e_m	=	tension de vapeur moyenne annuelle de la station, en hPa ;
K	=	constante hypsométrique; $K = 0,0148275$ hPa ;
a	=	gradient vertical de température ; $a = 0,0065$ °C/m.

3.3.3.4. QFE: Atmospheric Pressure Q at Field Elevation

QFE est l'altimètre affichant une élévation nulle lorsque l'avion est allumé. Le sol et le QFE sont réglés sur la sous-échelle de l'altimètre. QFE n'est normalement utilisé que dans l'aérodrome où il est fourni sur demande ou, par accord local, régulièrement, en plus de QNH. Seul QNH est inclus dans le message d'observation météorologique aéronautique. [21]

✓ Méthode de calcul

Formule :

$$\text{Pression QFE} = \text{Pression station} + C$$

Avec

$$C = \frac{g * P * h}{R * T} \quad [E7]$$

Où

- g = gravité à la station, en $m.s^{-2}$;
- P = pression au niveau de la station, en hPa ;
- h = $h(QFE)$, c'est à dire la hauteur du baromètre par rapport au point de référence QFE (point le plus haut de la piste ou des pistes), prise positivement si le baromètre est au-dessus de ce point et négativement dans le cas contraire ;
- T = température sous abri, en K ;
- R = constante spécifique des gaz relative à l'air ambiant, égale à :

$$R = \frac{287.04 * P}{P - 0.378 * e}$$

Avec e = tension de vapeur ambiante.

Nous pouvons écrire par la relation [E8] à partir de [E7] :

$$C = \frac{g * P * h (P - 0.378 * e)}{287.04 * T * P} \quad [E8]$$

3.3.3.5. QNH: Atmospheric Pressure Q at Nautical Height

QNH est l'altimètre montrant l'élévation de l'aérodrome lorsque l'avion est sur le sol et QNH est placé sur la sous-échelle de l'altimètre. [21]

✓ Méthode de calcul

La formule d'Ann-Christine Andersson était donnée par [E9] :

$$QNH = QFE * e^{-5.25588 * \ln(1 - 2.25577 * 10^{-5} * H_p)} \quad [E9]$$

Avec

H_p = altitude de la station, en m.

3.3.4. Détermination du point de rosée, de la tension de vapeur et de l'humidité relative

✓ Méthodologie

La méthodologie utilise en entrée la pression P au niveau de la station, la température T sous abri et la température T_w du thermomètre mouillé. [21]

3.3.4.1. La tension de vapeur e

La tension de vapeur e est calculée à partir de la formule donnée par la relation [E10].

$$e = 6.1078 * 10^{\left(\frac{7.63T_w}{241.9+T_w}\right) - 0.00079P(T-T_w)} \quad [E10]$$

Où

e = la tension de vapeur en hPa ;
 P = la pression en hPa au niveau de la station ;
 T = température sous abri en °C ;
 T_w = la température du thermomètre mouillé en °C.

Connaissant la tension de vapeur, on peut obtenir l'humidité relative U (en %) à partir de la formule donnée par (E11).

$$U = e * \frac{100}{6.1078 * 10^{\left(\frac{7.63T_s}{241.9+T_s}\right)}} \quad [E11]$$

On en déduit par la formule de **Magnus Tetens** la valeur du point de rosée t_d par [E12] :

$$t_d = 241.9 \frac{\text{Log}(\frac{e}{6.1078})}{7.63 - \text{Log}(\frac{e}{6.1078})} \quad [\text{E12}]$$

3.4. AUTRES RENSEIGNEMENTS PROPRES A L'AERONAUTIQUE.

Dans les Etats AFI (*Africa-Indian ocean region*), les messages météorologiques aéronautiques tels que METAR et SPECI comportent une partie de prévision « **TENDANCE** », qui décrit les changements prévus au cours des deux (2) heures à venir. La prévision de tendance indique les changements significatifs prévus concernant le vent de surface, la visibilité dominante, les phénomènes météorologiques, les nuages et la visibilité verticale. [12][15]

CHAPITRE IV : LA METHODE DE STOCKAGE DES DONNEES METEOROLOGIQUES

4.1. INTRODUCTION

Le but des observations météorologiques est de recueillir des renseignements détaillés sur le temps et le climat afin de répondre aux besoins de divers usagers. C'est ainsi que les données d'observations de chaque station météorologique doivent être stockées et organisées dans une base de données dans la mesure du possible pour faciliter la consultation et la constitution d'inventaires ainsi que l'échange des données et le traitement.

4.2. OUTILS UTILISES

D'une manière générale, les données d'observations météorologiques et/ou climatologiques issues des stations d'observations météorologiques à Madagascar sont enregistrées sur des supports papiers, tels que le carnet d'observation, les feuilles d'observations synoptiques, Tableau climatologique Mensuel et les diagrammes.

Dès la réception de celles-ci au niveau de la Direction Générale de la Météorologie (DGM), fixée au début de chaque mois, les données seront saisies station par station dans une base de données nationale. Par ailleurs, les stations d'observations inaccessibles ou éloignées utiliseront d'autres méthode d'enregistrement, parallèlement à la dite méthode ancienne.

Les messages d'observations météorologiques, rédigés manuellement, seront acheminés par voie téléphonique, BLU (*Bande Latérale Unique*) ou par morse de la façon suivante :

- ✓ les messages synoptiques dans le Bureau des collectes des données météorologiques Nationale,
- ✓ les messages aéronautiques dans le Centre de Réseau de Télécommunication aéronautique (ASECNA).

Dans les stations d'observations météorologiques gérées par l'ASECNA (*Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar*), les données d'observations synoptiques et les calculs des paramètres dérivés sont stockées sur ordinateur par le biais d'un logiciel appelé « *Station-Soft* ».

Par ailleurs, les messages d'observations aéronautiques d'IVATO sont rédigés automatiquement par un Système Intégré d'Observation Météorologique d'Aérodrome (SIOMA) fourni par DEGREAN HORIZON, qui dispose des capteurs automatiques installés sur la piste et d'une base de données locale pour le stockage mono-pc. Les autres stations optent l'option manuelle pour la codification des messages.

4.3. METHODE D'ENREGISTREMENTS DES DONNEES DANS UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE

4.3.1. Méthode de stockage des données météorologiques actuelles

Malgré l'évolution technologique, devenu un outil indispensable sur toute les disciplines, à Madagascar, la Direction Générale de la Météorologie Nationale, après la réception des formats papiers des données météorologiques de toutes les stations opérationnelles sur la grande île, procède au stockage des données d'observations de la façon suivante :

- ✓ La correction des données reçues,
- ✓ L'envoi au SIBD ou Service de l'Information et la Base de Données pour la saisie des différentes pièces reçues.
- ✓ Les traitements climatologique et pluviométrique pour établir les bulletins météorologiques.
- ✓ Les Stockages sur une base informatisée.
- ✓ Les documents de base ainsi que les résultats de l'opération seront retournés à la Division de la climatologie pour une vérification finale avant l'archivage de ces documents.
- ✓ Pour les stations d'observations synoptiques, les corrections se font toujours manuellement et les données corrigées sont en partie stockées sur des supports magnétiques. Les documents de base sont ensuite archivés.
- ✓ Pour les diagrammes des enregistreurs, ils sont transposés à la main en valeurs numériques et les originaux peuvent alors être archivés.

Au niveau des stations d'observation météorologiques, les enregistrements se font autrement, à des moments précis et en fonction des types d'observations à exécuter. **[13] [24]**

4.3.2. Les données d'observations horaires et synoptiques

En respectant la chronologie de l'observation horaire, les résultats de l'exécution du Tour d'horizon et les relevés des paramètres de base météorologiques seront consignés en premier lieu, dans le carnet d'observation. Puis, l'enregistrement des valeurs issues du calcul des paramètres dérivés s'en suit. Ensuite, les données correspondantes aux tableaux climatologiques seront remplies, par l'observateur en service, à la station après la rédaction des messages d'observations météorologiques. **[13] [24]**

4.3.3. Les données d'observations irrégulières

Les démarches à suivre sont les mêmes qu'avec les observations horaires ou régulières, pourtant les observations ne concernent que quelques paramètres météorologiques seulement, au cours desquels permettent l'élaboration des messages irréguliers ou spéciaux. **[13] [24]**

4.3.4. Les données d'observations journalières

Les données concernées sont les valeurs extrêmes à la station à savoir les minimales et maximales des paramètres journalières relevés ou calculés. On peut en citer : l'humidité, la hauteur minimale des nuages, les températures au sol et sous abri, les pressions ainsi que le résumé du temps de la journée. Toutes ces valeurs seront consignées dans le carnet d'observation, dans le TCM et peuvent être aussi incluses dans les messages synoptiques au cours de la journée.

Compte tenu de la nécessité des corrections instrumentales d'horlogerie et les traitements des diagrammes hebdomadaires, pour les instruments enregistreurs installés à la station (Hygrographe, Thermographe et Barographe), la manipulation des données issues de la correction est fixée la journée du lundi après remplacement du diagramme. . [13] [24]

4.3.5. Les données d'observations mensuelles

D'une manière spécifique à la station d'observation météorologique, elles concernent l'enregistrement des données à des fins agrométéorologiques comme la détermination de la période la plus sèche du mois, les caractéristiques dominantes constatées au cours du mois. Ces valeurs font appel à des valeurs dites normales à la station pour effectuer la comparaison et le calcul. Les résultats ainsi obtenus seront inclus dans les messages agrométéorologiques (AGMET).

Les tableaux récapitulatifs sont visibles sur l'Annexe B et qui nous résument les différents enregistrements faits en fonction des heures et types d'observations réalisées dans une station d'observation météorologique. [13] [24]

4.3.6. Les données du tableau climatologique mensuel

Le Tableau Climatologique Mensuel (TCM), avec ces différentes pages, se remplit à partir des données issues d'un carnet d'observation météorologique synoptique à la station. Les valeurs seront transcrites suivant les rubriques contenues dans le tableau et l'inscription se fera manuellement avec un stylo noir. Il est établi au jour le jour et doit être autant que possible rédigé par une seule et même personne. [20]

La finalisation du TCM, doit être faite avant le 8 du mois, soit la première semaine du mois.

DEUXIEME PARTIE

DEUXIEME PARTIE : LES PRODUITS SORTANTS D'UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE

CHAPITRE I : LE MESSAGE SYNOPTIQUE (SYNOP)

1.1. GÉNÉRALITÉS

Toutes les stations météorologiques de Madagascar effectuent en même temps, dite Temps Universels, une observation complète des conditions météorologiques du site. Elles, ces observations synoptiques en surface, sont effectuées toutes les 3 heures (H+3h UTC) et impliquent la rédaction du message d'observation en surface dénommé « **SYNOP** ».

Le nom de code **SYNOP** contient un rapport d'observation reprenant l'état détaillé des conditions météorologiques régnant à la station. [13]

1.2. FORME SYMBOLIQUE

Section 0	:	AAXX YYGGi _w llll
Section 1	:	i _r i _x hVV Nddff (00fff) 1s _n TTT 2s _n TdTdTd 3P ₀ P ₀ P ₀ P ₀ 4PPPP ou (4a ₃ hhh) 5appp 6RRRt _R (7wwW ₁ W ₂) 8N _h C _L C _M C _H
Section 2	:	(Données maritimes)
Section 3	:	333 (0T _g T _g R _c R _t) (1s _n T _x T _x T _x) (2s _n T _n T _n T _n) (5EEEi _E) (55SSS) (6RRRt _R) (7R ₂₄ R ₂₄ R ₂₄ R ₂₄) (8N _s Ch _s h _s) (9S _p S _p S _p S _p)
Section 5	:	555 (8N _s Ch _s h _s)

Figure 1 : Forme symbolique du SYNOP

1.3. NOTIONS SUR LES CODES

Les messages d'observation provenant d'une station terrestre fixe comprennent toujours au moins les *Sections 0* et *1*. Les stations côtières à Madagascar ne font pas des observations maritimes, de ce fait, la *section 2* est omise.

Si les données correspondantes sont disponibles, les messages des stations terrestres comprennent (en plus des *Sections 0 et 1*) la *Section 3* contenant au moins les groupes comportant les indicateurs numériques 5, 8 et 9.

Les groupes sans parenthèses et sans indicateur numérique sont obligatoires. Certains groupes sans parenthèses comportant un indicateur numérique peuvent être omis en tenant compte des règles qui régissent leur inclusion. Les groupes entre parenthèses sont inclus ou omis en fonction des conditions météorologiques de l'heure et des règles particulières définies soit par l'AR1, soit par l'OMM. [13]

Dans un groupe constitué de plusieurs éléments, le ou les éléments manquant(s) doit (doivent) être remplacé (s) par une ou plusieurs barres obliques

Section 0 : AAXX YYGGiw llll

AAXX pour le nom de code SYNOP

YY : quantième du mois 01= 1^{er} jour

GG : heure UTC d'une observation

i_w : unité de mesure du vent (*A Madagascar, i_w = 3 ou 4, égale à 3 si l'anémomètre est en panne*)
(À Madagascar, on utilise le chiffre 4 pour les vents mesurés et chiffrés en Nœud)

ll : Indicatif de pays ou de groupes de pays (*A Madagascar ll= 67*)

lll : Indicatif international de la station d'observation (*Ex. : Pour Ivato lll=083*)

Section 1 : i_Ri_xhVV Nddff (00ff) 1s_nTTT 2snT_dT_dT_d 3P₀P₀P₀P₀ 4PPPP ou (4a₃hhh) 5appp 6RRRt_R (7wwwW₁W₂) 8N_hC_LC_MC_H

i_R : Indicateur d'inclusion de données de précipitations mentionné par le groupe 6.

Code	Groupe 6RRRt _R	Heures synoptiques
1	inclus dans la section 1	principales
2	inclus dans la section 3	intermédiaires
3	omis (quantité de précipitations nulle)	

Tableau 8 : Codification de l'indicateur d'inclusion de données de précipitation

i_x : Indicateur du mode d'exploitation (station avec personnel ou station automatique) et des données du temps présent et du temps passé.

Code	Groupe 7wwW1W2	Mode d'exploitation
1	inclus	station avec personnel
2	omis (pas de phénomène important à signaler)	inclus dans la section 3
3	omis (pas d'observation, données non disponibles)	Omis (<i>quantité de précipitations nulle</i>)

Tableau 9 : Codification de l'Indicateur du mode d'exploitation et données du temps présent et passé.

h : Hauteur au-dessus du sol de la base du nuage le plus bas observé

Code	Indications	Code	Indications
0	moins de 50 m	6	1000 à 1500 m exclus
1	50 à 100 m exclus	7	1500 à 2000 m exclus
2	100 à 200 m exclus	8	2000 à 2500 m exclus
3	200 à 300 m exclus	9	2500 m ou plus ou pas de nuages
4	300 à 600 m exclus	/	Hauteur inconnue ou base des nuages à un niveau inférieur et sommets à un niveau supérieur à celui de la station.
5	600 à 1000 m exclus		

Tableau 10 : Codification de la base des nuages

VV : Visibilité horizontale en surface

Visibilité en mètre	Code	Exemple
< 100m	00	
De 100m à 5000m inclus	Visibilité en hm	2850m → VV= 28 (arrondie à l'hm inférieur)
De 6000m à 30.000m	Visibilité en km + 50	6000m → VV= 6km + 50 = 56
De 35.000m à 70.000m	Visibilité en km (multiple de 5) – 30km/5 + 80	37km → Conversion en multiple de 5, elle est devient : 35km. VV = 35-30/5 + 80= 5/5 +80= 1+80= 81

Tableau 11 : Codification de la visibilité horizontale en surface

Nddff (00fff) : Le groupe **Nddff** est toujours inclus dans le message **SYNOP**. Le groupe supplémentaire **00fff** est obligatoire dès que la vitesse du vent atteint ou dépasse 99 unités.

- ✓ **N** : Fraction du ciel couverte par les nuages
- ✓ **dd** : Direction d'où souffle le vent. Elle est codée en deux chiffres de 00 à 36 pour les directions comprises entre 0° et 360°.
- ✓ **00fff** : Groupe Indiquant la vitesse du vent supérieure ou égale à 99 KT après Ndd99.
fff est un entier compris entre 099 et 999, inclus

1s_nTTT 2s_nT_dT_dT_d : Groupes 1 et 2 indicateurs des températures de l'air et du point de rosée sous abri.

- ✓ **s_n** : signe de la température. Chiffre **0** pour la température positive ou nulle et **1** si c'est négative.
- ✓ **TTT** : températures de l'air en dixièmes de degré Celsius.
- ✓ **T_dT_dT_d** : températures du point de rosée en dixièmes de degré Celsius.

3PoPoPoPo 4PPPP ou 4a₃hhh 5appp : Groupes 3, 4 et 5 indicateurs des renseignements sur les pressions.

- ✓ **P_oP_oP_oP_o** : Pression atmosphérique au niveau de la station, exprimée en dixièmes d'hectopascal, le chiffre des milliers de cette pression étant omis.
- ✓ **PPPP** : Pression atmosphérique réduite au niveau moyen de la mer exprimée en dixième d'hectopascal, le chiffre des milliers étant omis. Il est chiffré par toutes les stations dont l'altitude est inférieure à 750 mètres.

- ✓ **hhh** : Géopotential (exprimé en mètres géopotential, chiffre des milliers omis) de la surface isobare standard indiquée par **a₃**.
- ✓ **a₃** : Indicateur de la surface isobare standard dont le géopotential (exprimé en mètres géopotential) est donné par **hhh**. (Pour Ivato, **a₃ = 8** correspondant à une surface isobare égale à 850hPa.
- ✓ **a** : caractéristique de la tendance barométrique. Elle est observée sur le barogramme et permet de décrire le caractère de la variation de la pression atmosphérique pendant les trois heures précédant le moment de l'observation
- ✓ **ppp**: valeur absolue de la tendance barométrique au niveau de la station en dixièmes d'hectopascal. Elle est donnée par la relation :

$$ppp = |P_H - P_{H-3}|$$

Avec **P_H** : Pression au niveau de la station au moment de l'observation.
P_{H-3} : Pression au niveau de la station 3 heures auparavant.

6RRRt_R : Groupe indicateur de la quantité de précipitation de la section 1.

- ✓ **RRR** : Quantité de précipitations tombées au cours de la période indiquée par t_R en millimètre.
- ✓ **t_R** : Durée de la période, à laquelle se rapporte la quantité de précipitations, exprimée en unités de 6 heures et prenant fin à l'heure de l'observation.

Code	Durée de la période correspondante	Heures correspondantes
1	6 heures	0000 et 1200 UTC
2	12 heures	1800 UTC
3	18 heures	Non Valable
4	24 heures	0600 UTC

Tableau 12 : Codification du t_R durée de la période de précipitation aux heures SP

7wwW₁W₂ : Groupe indicateur du temps présent et temps passé.

- ✓ **ww** : Temps présent transmis par une station météorologique avec personnel.
- ✓ **W₁W₂** : Temps passé.

8N_hC_LC_MC_H : Groupe des nuages.

- ✓ **N_h** : Fraction de la voûte céleste masquée par tous les nuages **C_L** présents ou, en l'absence de nuages **C_L** par tous les nuages **C_M** présents.
- ✓ **C_L** : Nuages des genres Stratocumulus, Stratus, Cumulus et Cumulonimbus.
- ✓ **C_M** : Nuages des genres Altopumulus, Altostratus et Nimbostratus.
- ✓ **C_H** : Nuages des genres Cirrus Cirrocumulus et Cirrostratus.

Section 3 : 333 (0T_gT_gR_cR_t) (1s_nT_xT_xT_x) (2s_nT_nT_nT_n) (5EEEi_E) (55SSS) (6RRRt_R) (7R₂₄R₂₄R₂₄R₂₄) (8N_sCh_sh_s) (9S_pS_pS_pS_p)

333 : Index fixe indicateur de la section régionale

0T_gT_gR_cR_t : Groupe des données agrométéorologique. Il est utilisé sous la forme **0T_gT_gR_cR_t** ou **0//R_cR_t**.

- ✓ **0** : Index fixe indicateur de groupe.
- ✓ **T_gT_g** : Température minimale au sol (sol gazonné) de la nuit précédente, en degrés Celsius entiers.
- ✓ **R** : Caractère et intensité des précipitations faisant l'objet du groupe **6RRRt_R**.
- ✓ **R_t** : Heure du début ou de la fin des précipitations signalées par **RRR**.

1s_nT_xT_xT_x 2s_nT_nT_nT_n : Groupes 1 et 2 indicateurs des températures extrêmes sous abri.

- ✓ **s_n** : signe de la température. Chiffre **0** pour la température positive ou nulle et **1** si c'est négative.
- ✓ **T_xT_xT_x** : Température maximale en dixièmes de degré Celsius.
- ✓ **T_nT_nT_n** : Température minimale en dixièmes de degré Celsius.

5EEEi_E : Groupe de Quantité d'évaporation ou d'évapotranspiration.

- ✓ **EEE** : Quantité d'évaporation ou d'évapotranspiration, en dixièmes de millimètre, au cours de la période de 24 heures précédant l'heure de l'observation.
- ✓ **i_E** : Indicateur du type d'instrument utilisé pour la mesure de l'évaporation, ou du type de culture pour lequel est indiquée l'évapotranspiration (*A Madagascar, on codifie i_E = 7 par l'utilisation de l'ensemble psychrométrique*).

55SSS : Groupe d'indication de la durée d'insolation journalière.

- ✓ **55** : Nombre indicateur de groupe.
- ✓ **SSS** : Durée de l'insolation en heures et dixièmes d'heure.

6RRRt_R : Groupe 6 indicateur de la quantité de précipitation de la section 3.

Code	Durée de la période correspondante	Heures correspondantes
1	6 heures	0900, 1500 et 2100 UTC
2	12 heures	0300UTC

Tableau 13 : Codification du t_R durée de la période de précipitation aux heures SI

7R₂₄R₂₄R₂₄R₂₄ : Groupe 7 , indicateur de la Quantité totale de précipitations pendant la période de 24 heures à 0600UTC.

- ✓ **R₂₄R₂₄R₂₄R₂₄** : Quantité totale de précipitations pendant la période de 24 heures se terminant au moment de l'observation, en dixièmes de millimètre.

8N_sCh_sh_s : Groupe indicateur des nuages

- ✓ **N_s** : Etendue d'une couche ou d'une masse nuageuse distincte dont le genre est indiqué par **C**.
- ✓ **C** : Genre du nuage de nébulosité **N_s**.
- ✓ **h_sh_s** : Hauteur de la base de la couche ou masse nuageuse du genre **C**. Même code que **hh**. Lorsque la hauteur observée est comprise entre deux valeurs de code, on utilise le chiffre du code le plus petit.

9S_pS_pS_pS_p : Groupe utilisé pour fournir des renseignements (complémentaires) sur certains phénomènes se produisant au moment de l'observation et/ou durant la période concernée en incluant, le cas échéant un ou plusieurs groupes horaires.

La décision d'inclure les groupes (**9S_pS_pS_pS_p**) est prise à l'échelon national. Toutefois, toutes les stations de Madagascar, sont localisées au Sud-ouest de l'Océan Indien, plus précisément entre 0° et 40° de latitude Sud et entre 30° et 80° de longitude Est, chiffrant le groupe **943C₁Dp** durant la saison des cyclones tropicaux. Voir le tableau ci-dessous pour les différents groupes inclus dans le SYNOP de Madagascar.

Code	Désignation des codes
911ff	Rafales maximales pendant la période couverte par W_1W_2 . Le paramètre ff donne la vitesse du vent en deux chiffres, dans l'unité indiquée par i_w . Si ff > ou = 99,
943C_LD_p	Direction d'où viennent les nuages bas. Pendant <i>la saison des cyclones tropicaux</i> , ce groupe est chiffré par les stations situées dans la zone Sud-Ouest de l'Océan Indien.
949C_aD_a	Nuages à développement vertical.
958E_hD_a	Emplacement de la plus grande concentration de nuages indiqués dans le groupe 949C _a D _a .
C_L	Nuages des genres SC, St, Cu et Cb
E_h	Hauteur au-dessus de l'horizon de la base de l'enclume du Cb ou du sommet des autres nuages
C_a	Nature des nuages à développement vertical.
D_p, D_a	Direction vraie dans laquelle on aperçoit (Dp), ou d'où vient le phénomène indiqué (Da)

Tableau 14 : Codification des groupes 9S_pS_pS_pS_p

1.4. EXEMPLES

SYNOPS from 67083, Antananarivo / Ivato (Madagascar)			
SI	06/07/2017 21:00->	AAXX 06214	67083 32470 71402 10152 20123 38825 48594 58004 878// 333 81817 87620=
SM	06/07/2017 18:00->	AAXX 06184	67083 32470 70806 10157 20128 38829 48594 53009 8583/ 333 10208 81817 85620 555 83358=
SI	06/07/2017 15:00->	AAXX 06154	67083 32475 51606 10174 20123 38820 48586 53009 84832 333 10208 81817 84620 555 81358 81073=
SM	06/07/2017 12:00->	AAXX 06124	67083 32582 71608 10198 20126 38811 48578 56009 8485/ 333 0//00 84820 85358 555 81623=
SI	06/07/2017 09:00->	AAXX 06094	67083 32582 61006 10198 20121 38820 48588 58011 83802 333 82820 85073 555 82623=
SM	06/07/2017 06:00->	AAXX 06064	67083 32480 71602 10145 20100 38831 48597 52015 878// 333 00800 10208 20126 50204 55015 81817 87620=
SI	06/07/2017 03:00->	AAXX 06034	67083 32475 71602 10127 20107 38816 48582 54000 878// 333 81817 87620=
SM	06/07/2017 00:00->	AAXX 06004	67083 32470 70702 10127 20096 38816 48584 58006 8255/ 333 0//00 82620 86359=

Tableau 15 : Codes SYNOP de la station d'observation météorologique
Synoptique d'Ivato le 06/07/2017 (source OGIMET.COM)

CHAPITRE II : LES MESSAGES AERONAUTIQUES

2.1. GENERALITES

Peu des stations météorologiques à Madagascar rédigent les messages d'observations météorologiques aéronautiques, à part les stations gérées par l'ASECNA Madagascar qui est une agence agréée par l'OACI, sur la fourniture d'une assistance météorologique aéronautique sur la grande île. Celle-ci est due à des nombreux facteurs, comme la non qualification des agents opérationnels à la station, l'indisponibilité des instruments de mesures adéquats à l'observation météorologique aéronautique sur site et beaucoup d'autres raisons. Toutefois, les messages représentent les renseignements météorologiques en surface sur le site aéroportuaire et ses voisinages.

Les noms de code des messages d'observations météorologiques sont « **METAR** » pour les messages correspondants à des observations régulières et « **SPECI** » pour les observations irrégulières.

Ces observations régulières seront effectuées à des intervalles d'une heure ou, s'il en est ainsi décidé par voie d'accord régional de navigation aérienne, à des intervalles d'une demi-heure, comme le cas d'Ivato.

2.2. MESSAGES RÉGULIERS (METAR) ET IRREGULIERS (SPECI)

2.2.1. Définitions

Le nom de code **METAR** correspond au message d'observation établi et communiqué sous forme de messages d'observations régulières *locales* seulement lorsqu'il est destiné à être diffusé à l'aérodrome d'origine (pour les aéronefs à l'arrivée et au départ) ; **METAR** lorsqu'ils sont destinés à être diffusés au-delà de l'aérodrome d'origine.

Le nom de code **SPECI** correspond au message *d'observations météorologiques spéciales pour l'aviation* et ayant rempli *les critères d'élaboration*.

Une partie prévision de tendance est jointe à un message METAR ou à un message SPECI. [2] [11] [13] [14] [15] [18]

2.3. FORME SYMBOLIQUE

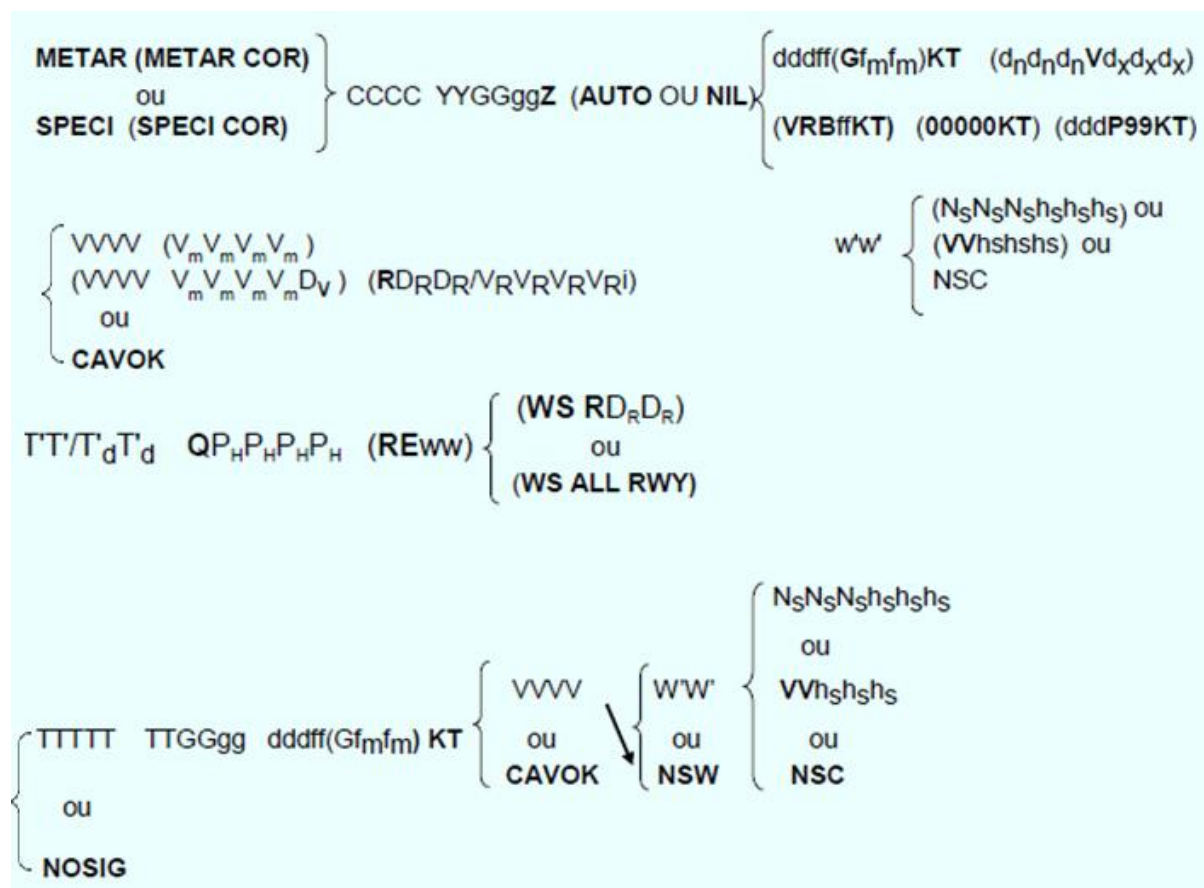


Figure 2 : Formes symboliques du METAR et SPECI

2.4. NOTIONS SUR LES CODES

2.4.1. Partie observation météorologique aéronautique

Dans un **METAR** ou un **SPECI** [2], tous les groupes ne comportent pas le même nombre de caractères. En particulier, lorsqu'une information n'est pas disponible ou qu'un phénomène n'est pas observé, le groupe ou la portion de groupe correspondant(e) est omis(e).

Les groupes entre parenthèses ne sont chiffrés que si leurs conditions de chiffrage sont requises. Les **METAR** et **SPECI** corrigés sont notés respectivement **METAR COR** et **SPECI COR**

YYGGggZ : Groupe Date et heure

Jour du mois (**YY**), Heures (**GG**) et Minutes (**gg**) UTC de l'observation, suivis directement sans espace de l'indicateur littéral **Z**.

AUTO et **NIL** : Indicateur quelconque.

Le mot de code **AUTO** est inséré avant le groupe relatif au vent, pour indiquer qu'il s'agit d'un message contenant des observations entièrement automatiques effectuées sans intervention humaine. Le mot de code **NIL** indique que le message issu d'un système d'observations entièrement automatique, n'est pas disponible.

Groupe vent : dddff(Gfmfm) KT (dndndnVdxdxdx) (VRBffKT) (00000KT) (dddP99KT)

- ddd** : Direction vraie d'où souffle le vent, *moyennée sur les 10 minutes* précédant l'heure de l'observation et arrondie à la dizaine de degrés la plus proche.
- ff** : Vitesse du vent en *nœuds*, moyennée sur les 10 minutes précédant l'heure de l'observation.
- KT** : Indicateur littéral de l'unité de mesure de la vitesse du vent utilisée. Il indique que le nombre qui le précède est une mesure en nœuds de la vitesse du vent.
- G** : Indicateur littéral de la vitesse maximale des rafales de vent.
- F_mF_m** : Vitesse maximale des rafales.

Le groupe **Gf_mf_m** n'est chiffré que si au cours de la période de 10 minutes qui précède l'observation, la vitesse maximale du vent dans les rafales, dépasse la vitesse moyenne de 10KT ou plus.

dndndnVdxdxdx : indiqué lorsque la variation totale de la direction du vent est égale ou supérieure à 60° et inférieure à 180° et que la vitesse du vent est égale ou supérieure à 3KT, les deux directions extrêmes du vent seront indiquées.

VRB : il y a une variation totale de la direction du vent égale ou supérieure à 60° et inférieure à 180° et que la vitesse moyenne est inférieure à 3KT ou lorsque la variation totale de la direction du vent dépasse 180°, ddd est chiffré VRB quelque soit la vitesse.

00000KT : la vitesse du vent est inférieure à 1KT, elle sera indiquée comme étant "*calme*", il est chiffré par 00000, suivi directement, sans espace, de l'abréviation **KT**

dddP99KT : Pour des vitesses du vent égales ou supérieures à 100 nœuds, les groupes **ff** et **f_mf_m** sont : précédés de l'indicateur **P** et transmis comme suit : **P99KT**.

Visibilité : VVVV (VVVV V_mV_mV_mV_mD_v) (V_mV_mV_mV_mD_v)

VVVV : Valeur de la visibilité dominante qui est la visibilité atteinte ou dépassée dans au moins la moitié du cercle d'horizon ou au moins la moitié de la surface de l'aérodrome; ces zones pouvant comprendre des secteurs contigus ou non.

V_mV_mV_mV_m : Valeur de la visibilité minimale et est indiquée lorsque la visibilité minimale V_mV_mV_mV_m est inférieure à 1 500 m ou à 50% de la visibilité dominante et inférieure à 5000m **VVVV**, **V_mV_mV_mV_m** doivent être indiquées dans le message et lorsque c'est possible, sa direction générale par rapport au point de référence de l'aérodrome au moyen de l'un des huit points de la rose des vents.

D_v : Direction, en rose de huit (N, NE, W, NW, S, SW, E, SE), vers où la visibilité minimale est observée.

Portée Visuelle de piste (RVR) : $R D_R D_R / V_R V_R V_R V_R i$

R : indicateur littéral du groupe des renseignements sur la RVR.

$D_R D_R$: numéro (en rose de 36) d'identification de la piste d'atterrissage à laquelle se rapportent les renseignements sur la portée visuelle de piste.

$V_R V_R V_R V_R i$: Valeur moyenne ($V_R V_R V_R V_R$) et tendance (i) de la portée visuelle de piste calculée sur les 10 minutes précédant l'heure de l'observation. Cette valeur doit être représentative de la zone de toucher des roues de la piste concernée.

Temps présent (ou prévu) : w'w'.

Le code w'w' est utilisé pour le chiffrage de un, deux ou au plus trois phénomène(s) du temps présent pour l'exploitation aéronautique conformément à la Table de code ci-dessous

QUALIFICATIF		PHENOMENES METEOROLOGIQUES		
INTENSITE OU PROXIMITE	DESCRIPTEUR	PRECIPITATIONS	OBSCURCISSEMENT	AUTRES PHENOMENES
- Faible	MI Mince	DZ Bruine	BR Brume	PO Tourbillon de poussière/sable
Modéré	BC Bancs	RA Pluie	FG Brouillard	SQ Grains
	PR Partiel (couvrant une partie de l'aérodrome)		FU Fumée	
+ Forte	DR Chasse-poussière/sable		VA Cendres volcaniques	FC trombe terrestre ou trombe marine
	BL Chasse-poussière/sable		DU Poussière généralisée	
	SH Averse		SA Sable	TS Orage seul à l'aérodrome
VC Au voisinage	TS Orage	GR Grêle (Ø au moins 5mm)	HZ Brume sèche	SS Tempête de sable
	FZ Se congelant ou surfondu	GS Grésil et/ou neige roulée (Ø moins de 5mm)		
				DS Tempête de poussière

Tableau 16 : Les phénomènes météorologiques

Le terme **VC** signifiant : « Le phénomène n'est pas observé à l'aérodrome mais au-delà dans un rayon de 8 km autour du périmètre de l'aérodrome ».

Groupe des Nuages: $N_s N_s N_s h_s h_s h_s$

$N_s N_s N_s$: Nébulosité aéronautique de la couverture nuageuse en considération.

$h_s h_s h_s$: Hauteur de la base de la couche ou masse nuageuse de nébulosité $N_s N_s N_s$.

CAVOK : "*Ceiling And Visibility OK*", Mot de code pour indiquer que la visibilité horizontale est très bonne et que la couverture nuageuse n'est pas significative pour l'aéronautique.

Le terme **CAVOK** ne doit être utilisé que lorsque les conditions atmosphériques suivantes sont observées simultanément:

- ✓ la visibilité horizontale est supérieure ou égale à 10 km; et visibilité la plus faible non indiquée
- ✓ absence de nuage significatif du point de vue opérationnel
- ✓ pas de phénomène significatif du Tableau de code W'W'.

$N_s N_s N_s h_s h_s h_s$ = **NSC** (**No Significant Cloud** ou pas de nuages significatifs), s'il n'y a pas de nuages significatifs du point de vue opérationnel, ni de restriction relative à la visibilité verticale et si l'abréviation **CAVOK** ne convient pas.

La hauteur de la base des nuages $h_s h_s h_s$ est exprimée en multiple de 30 mètres (100 pieds) jusqu'à 3000 mètres (10 000 pieds) et en multiple de 300 mètres (1 000 pieds) au-dessus.

Température: $T'T'/T'dT'd$

$T'T'/T'dT'd$: Groupe de la température de l'air et de la température du point de rosée, mesurées sous abri en bout de piste

Groupe de la pression: $Q P_H P_H P_H P_H$

Q : Indicateur littéral du groupe du QNH.

$P_H P_H P_H P_H$: Valeur de la pression calculée en dixième d'hectopascal et exprimée dans le message en hectopascal (**hPa**) au moyen d'un nombre de quatre chiffres arrondi par défaut à l'hectopascal entier.

Renseignements Supplémentaires: (REw'w'), (WS RD_RDR)

REw'w' : Le temps récent.

WS RD_RDR : Le cisaillement de vent.

2.4.2. Partie prévision ou TENDANCE.

TTTT TTGGgg : Groupe de prévision au cours des deux (2) heures à venir.

TTTTT : Désigne l'indicateur d'évolution de la **TENDANCE** : **BECMG, TEMPO, FM, TL, AT**. Si aucun changement significatif n'est prévu au cours de la période de deux heures à venir, **TTTTT= NOSIG**

TTGGgg : Désigne le groupe d'indicateur horaire.

La prévision de tendance indique les changements significatifs prévus concernant le vent de surface, la visibilité dominante, les phénomènes météorologiques, les nuages et la visibilité verticale. La forme symbolique de codification reste la même que précédemment.

2.5. EXEMPLES

METAR & SPECI from FMMI, Antananarivo / Ivato (Madagascar)		
SA	31/07/2017 07:00->	METAR FMMI 310700Z VRB02KT CAVOK 20/19 Q1025 NOSIG=
SA	31/07/2017 06:30->	METAR FMMI 310630Z VRB01KT CAVOK 19/13 Q1025 NOSIG=
SA	31/07/2017 06:00->	METAR FMMI 310600Z 00000KT 9999 FEW020 17/14 Q1025 NOSIG=
SA	31/07/2017 05:30->	METAR FMMI 310530Z 00000KT 9999 FEW017 15/14 Q1025 NOSIG=
SP	31/07/2017 05:12->	<i>SPECI FMMI 310512Z 00000KT 9999 FEW017 15/13 Q1025 NOSIG=</i>
SP	31/07/2017 05:07->	<i>SPECI FMMI 310507Z 00000KT 5000 BR FEW010 15/13 Q1025 NOSIG=</i>
SP	31/07/2017 05:04->	<i>SPECI FMMI 310504Z 00000KT 3000 R29/P1500 BR FEW004 15/13 Q1025 BECMG 5000=</i>
SA	31/07/2017 05:00->	METAR FMMI 310500Z 00000KT 2500 R29/1200 BR FEW004 14/13 Q1025 BECMG 5000=
SP	31/07/2017 04:55->	<i>SPECI FMMI 310455Z 00000KT 1500 R29/0450 BR SCT004 14/13 Q1025 BECMG 5000=</i>
SP	31/07/2017 04:44->	<i>SPECI FMMI 310444Z 00000KT 0900 R29/0500D FG SCT004 13/13 Q1025 TEMPO 0500=</i>
SP	31/07/2017 04:34->	<i>SPECI FMMI 310434Z 06001KT 0900 R29/0700 FG SCT004 12/11 Q1025 TEMPO 0500=</i>

Tableau 17 : Codes METAR/SPECI de la station d'observation météorologique le 31/07/2017 (source OGIMET.COM)

CHAPITRE III : LE TABLEAU CLIMATOLOGIQUE MENSUEL (TCM)

3.1. GENERALITES

Le tableau climatologique mensuel abrégé TCM est le format papier du formulaire d'enregistrement des données climatologiques d'une station météorologique. Afin de respecter, l'art de l'écriture, les chiffres doivent être soignés. Dans une même colonne, les chiffres doivent être alignés les uns au-dessous des autres (les unités sous les unités, les dizaines sous les dizaines etc. [20]

Il est établi au jour le jour suivant les méthodes de stockage précédentes.

3.2. LES DIFFERENTS CONTENUS D'UN TCM

Généralement, un tableau climatologique mensuel comporte 8 pages dont :

- i. La *page N°01* contient les informations techniques sur les installations à la station et le résumé climatologique du mois.
- ii. La *page N°02* affiche le tableau synoptique des précipitations au cours du mois.
- iii. La *page N°03* affiche la durée et la hauteur de précipitations, l'évaporation et les troubles de la visibilité ainsi que les orages et grains observés au cours du mois.
- iv. La *page N°04* affiche les températures de l'air sous abri et du thermomètre mouillé.
- v. La *page N°05* affiche la tension de vapeur de l'eau, l'humidité relative extrême et la pression au niveau de la mer ou l'altitude de la surface en mètre géopotential selon l'altitude de la station.
- vi. La *page N°06* affiche la nébulosité totale journalière, l'insolation, les températures extrêmes au-dessus du sol, la température dans le sol et la pression au niveau du baromètre au cours du mois.
- vii. La *page N°07* affiche les données vents : direction et vitesse, le vent maximal.
- viii. La *page N°08* donne brièvement le résumé du temps.

Elles comportent également en fonction des pages des sommes et des moyennes des données contenues dont les calculs se font à chaque décade dans les stations d'observations non disposant d'outils informatique de gestion.

➤ **Aperçu des pages 1, 2, 3 et 4 :**

[illegible]

Figure 3 : Aperçu de la page 1 d'un TCM

[illegible]

Figure 4: Aperçu de la page 2 d'un TCM

	du 01 à 10 %	de 10 à 20 %	de 20 à 30 %	de 30 à 40 %	Total des taux de location	de 40 à 50 %	de 50 à 60 %	Voir au 60 %
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
TOTAL								

Intensités

remarquables:

Valeurs en

monnaie fixe:

Durée :

Date :

Figure 5: Aperçu de la page 3 d'un TCM

[illegible]

Figure 6: Aperçu de la page 4 d'un TCM

➤ **Aperçu des pages 5, 6, 7 et 8 :**

DATES	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU en millibars et dixièmes										HUMIDITÉ RELATIVE en %				AÉROLOGIE en millibars et dixièmes							
	0	3	6	9	12	15	18	21	Total	Moy	Min.	Heur	Max.	Heur	à 00h.	à 06h.	à 12h.	à 18h.	Total			
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
TOTAL																						
MOYENNE																						

Figure 9 : Aperçu de la page 5 d'un TCM

DATES	NÉBULOSITÉ TOTAL en octas										INSOLATION durée en heures et dixièmes			Température au-dessus du sol		TEMPÉRATURE DANS LE SOL en degrés Celsius et dixièmes								PRESSION ATMOSPHÉRIQUE au niveau de la casette en millibars et dixièmes				
	0h	3h	6h	9h	12h	15h	18h	21h	Total	Moy	avant midi	après midi	Total	à 10 cm	à 20 cm	à 10 cm	à 20 cm	à 10 cm	à 20 cm	à 00h	à 06h	à 12h	à 18h	Total				
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
25																												
26																												
27																												
28																												
29																												
30																												
31																												
TOTAL																												
MOYENNE																												

Figure 10 : Aperçu de la page 6 d'un TCM

DATES	DIRECTION en dizaines de degré et VITESSE du VENT en mètres par seconde																Total moyenne	VENT MAXIMAL INSTANTANÉ				
	00				05				10				15						20			
	Dic.	Vil.	Dic.	Vil.	Dic.	Vil.	Dic.	Vil.	Dic.	Vil.	Dic.	Vil.	Dic.	Vil.	Dic.	Vil.						
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
TOTAL																						
MOYENNE																						

Figure 7 : Aperçu de la page 7 d'un TCM

Station :		Mois :		20
DATES	RÉSUMÉ DU TEMPS (en clair)			
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Figure 8 : Aperçu de la page 8 d'un TCM

TROISIEME PARTIE

TROISIEME PARTIE : REALISATION DU PROJET

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

1.1. INTRODUCTION

L'étude préalable constitue une étape préliminaire pour la réalisation d'une application. En effet, elle permet d'analyser, d'évaluer et de critiquer le fonctionnement habituel, tout en élaborant la liste des solutions possibles. Dans ce chapitre, on commence par une présentation de la zone d'étude et puis le projet lui-même. Ensuite, on détermine le cahier de charge et les objectifs à atteindre de ce projet. Ainsi, on s'intéresse à l'étude de l'existant et ces critiques et qui va aboutir sur une proposition des solutions possibles.

1.2. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Madagascar, s'étendant sur une longueur de 1.650 kilomètres du 12ème degré de latitude Sud, est située presque entièrement dans la zone tropicale. Une arête dorsale montagneuse culminant entre 1.200 et 1.500 mètres d'altitude parcourt l'île du Nord au Sud sur toute sa longueur [10].

La situation géographique, la forme du relief, l'influence maritime et le régime des vents sont les causes des conditions climatiques très variées sur l'île. Pour pouvoir établir une bonne prévision du temps, le Service météorologique locale, représenté par la *Direction Générale de la Météorologie (DGM)* à Madagascar dispose de 26 stations météorologiques d'observations installées partout sur la grande île, dont 4 gérées par l'ASECNA Madagascar.

Le tableau ci-dessous donne les informations relatives à ces stations telles que la latitude, la longitude et l'altitude.

N°	Code OMM	Stations Météorologiques	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	67012	FASCENE NOSSI-BE	13-19S	048-19E	10
2	67017	VOHEMAR	13-22S	050-00E	6
3	67019	ANALALAVA	14-38S	047-46E	105
4	67020	ATSOHIHY	14-53S	047-59E	23
5	67022	ANDAPA	14-39S	049-37E	473
6	67023	SAMBAVA	14-17S	050-10E	5
7	67025	ANTALAHA	14-53S	050-15E	87
8	67027	MAJUNGA	15-40S	046-21E	26
9	67037	BESALAMPY	16-45S	044-29E	38
10	67045	MAEVATANANA	16-57S	046-50E	76
11	67067	AMBOHITSILAOZANA	17-38S	048-30E	780
12	67072	SAINTE-MARIE	17-05S	049-49E	2
13	67073	MAINTIRANO	18-03S	044-02E	23
14	67083	ANTANANARIVO / IVATO	18-48S	047-29E	1279
15	67095	TAMATAVE	18-07S	049-24E	5
16	67107	ANTSIRABE	19-49S	047-04E	1523
17	67113	MAHANORO	19-50S	048-48E	5
18	67117	MORONDAVA	20-17S	044-19E	7
19	67131	MOROMBE	21-45S	043-22E	5
20	67137	FIANARANTSOA	21-27S	047-06E	1115
21	67143	MANANJARY	21-12S	048-22E	5
22	67152	RANOHIRA	22-33S	045-24E	824
23	67157	FARAFANGANA	22-48S	047-50E	8
24	67161	TULEAR	23-23S	043-44E	8
25	67194	FAUX-CAP	25-33S	045-32E	22
26	67197	FORT-DAUPHIN	25-02S	046-57E	8

Tableau 18 : Latitude, longitude et altitude de stations météorologiques nationales opérationnelles à Madagascar

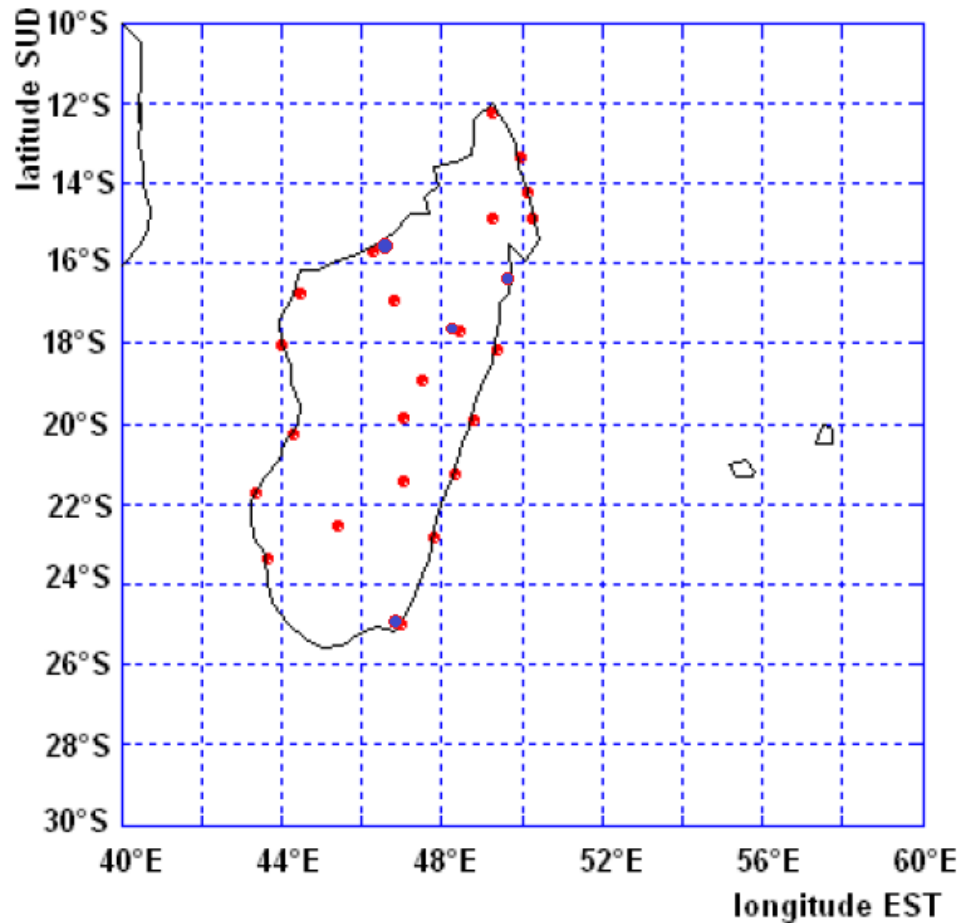


Figure 11 : Répartition des stations météorologiques opérationnelles à Madagascar

1.3. PRÉSENTATION DU PROJET

1.3.1. Qu'est-ce qu'une gestion de données en ligne ?

La **gestion de données en ligne** est définie comme la meilleure solution de gérer à distance les données d'une entreprise, par ailleurs elle permet de faire face à tous les problèmes qui menacent les données informatiques : vol, perte, virus informatiques, erreurs de manipulation, surtension....

La **gestion de données en ligne** est une solution qui s'adresse à tous ceux qui souhaitent conserver des données informatiques en toute sécurité. Il s'agit d'une méthode qui présente de nombreux avantages.

Grâce à notre outil de gestion en ligne nommé « **WEBDStation** », les données des stations d'observations météorologique membres seront sauvegardées et sécurisées, l'automatisation partielle de l'administration technique d'une station d'observation météorologique en surface est effective, notamment les calculs divers, l'élaboration des pièces techniques et la rédaction des messages météorologiques.

1.3.2. L'objectif

L'objectif du projet consiste à développer un outil de gestion en ligne dynamique pour toutes les stations d'observations météorologiques à Madagascar.

L'outil permettra de réaliser les opérations suivantes :

- ✓ Saisir les observations horaires, irrégulières, journalières, hebdomadaires et mensuelles,
- ✓ Calculer les paramètres dérivés de la station quelque soit son altitude,
- ✓ Codifier les messages d'observations météorologiques synoptiques et aéronautiques,
- ✓ Sauvegarder les messages élaborés par les stations,
- ✓ Echanger les messages entre les stations membres,
- ✓ Gérer les observations faites (corriger ou supprimer),
- ✓ Editer et imprimer le TCM ou Tableau Climatologique Mensuel,
- ✓ Gérer les membres : stations et utilisateurs (ajouter, modifier ou supprimer),
- ✓ Visualiser les derniers messages d'observations aux besoins des usagers aéronautiques.

En effet, cet outil en ligne donne aux stations météorologiques ayant la connexion internet de s'inscrire et de bénéficier de toutes les fonctionnalités offertes.

1.3.3. Etude de l'existant

On va voir ci-après deux fabricants et concepteurs des stations d'observations météorologiques automatiques sur le marché international à savoir : *Degrean Horizon* et *VAISALA*. Et puis un logiciel «Station-Soft » utilisé dans les stations synoptiques gérées par l'ASECNA Madagascar actuellement.

1.3.3.1. *DEGREAN Horizon*

C'est une société française, fournisseur des équipements météorologiques et qui a conçu le serveur CAOBS qui est le cœur du système SIOMA (Système Intégré d'Observation Météorologique d'Aérodrome). Il permet l'acquisition, le calcul, l'affichage et l'archivage des données et messages météorologiques nécessaires aux différents intervenants sur un aéroport. [9]

Le CAOBS est un pack équipements-logiciel. Les fonctions du CAOBS permettent d'assurer :

- ✓ L'acquisition et la supervision de données provenant de plusieurs capteurs et station(s) automatique(s),
- ✓ La saisie manuelle de données météorologiques complémentaires (tour d'horizon, messages complémentaires ...),
- ✓ L'élaboration de messages météorologiques normalisés en mode automatique ou manuel (METAR, SPECI, OBSMET),
- ✓ La diffusion des messages élaborés sur différentes voies de transmission,
- ✓ L'enregistrement de l'ensemble des informations (données automatiques, données manuelles, messages, Journal de bord, ...) en base de données,
- ✓ La consultation alphanumérique ou graphique, sur écran et/ou sur imprimante, des données enregistrées,
- ✓ La diffusion de messages vers des équipements spécialisés.

1.3.3.2. VAISALA

C'est aussi une société française, elle est spécialisée dans le secteur d'activité du commerce de gros de fournitures et équipements industriels comme les instruments météorologiques.

VAISALA a conçu le système automatisé d'observations météorologiques (AWOS) VAISALA AviMet qui est un système météorologique aéroportuaire entièrement configurable. [8]

Les fonctions de l'AWOS (Automated Surface Observing System) permettent d'assurer, conformément aux normes et recommandations OACI ainsi qu'à la réglementation OMM :

- ✓ Le collecte, traitement et affichage de façon graphique les données météorologiques.
- ✓ La personnalisation de l'Interfaces utilisateur
- ✓ L'observation de l'ensemble de base des paramètres: vitesse et direction du vent, pression barométrique, humidité relative, hauteur des nuages, visibilité horizontale
- ✓ Une Disponibilité et une fiabilité maximales des données garanties par la duplication des unités centrales de données
- ✓ La rédaction des messages suivants définis par l'OACI et l'OMM – METAR et SPECI – MET REPORT et SPECIAL – TAF – SIGMET-AIRMET – GAMET – ADWRNG – SNOWTAM – SYNOP – CLIMAT

Les deux sociétés, comme elles sont toutes les deux fournisseurs des équipements automatiques spécialisés, offrent en même temps les équipements et le logiciel d'installation avec une interface utilisateur pour les exploitants météorologiques.

1.3.3.3. Station-Soft (Station Software)

C'est un logiciel conçu pour faire les calculs automatiques des paramètres dérivés à la station, à partir des paramètres météorologiques de base, relevés aux heures d'observations. Il permet aussi de stocker les données sur l'ordinateur auquel il a été installé.

La majorité des stations d'observations météorologiques implantées à Madagascar ne dispose pas de ces équipements de pointe et de dernier innovation, vu leurs coûts exorbitants qui atteignent des milliards d'Ariary pour une seule station météorologique. Il use ainsi des anciens équipements déjà vétustes et à lecture directe. Sauf la station météorologique aéronautique d'Ivato, gérées par l'ASECNA qui est doté de l'outil de travail du fabricant DEGREAN Horizon. Les autres stations telles que Mahajanga, Toamasina et Taolagnaro ne disposent que du logiciel « *Station-Soft* » pour faciliter les différents calculs et le stockage local. [25]

1.3.4. Critiques de l'existant

Le tableau suivant va nous donner les critiques relatives aux stations météorologiques fonctionnelles à Madagascar.

<i>Stations météorologiques gérées par l'ASECNA</i>	<i>Stations météorologiques gérées par la DGM</i>
<p>Station dotée du CAOBS de DEGREAN Horizon : La solution actuelle est une association de logiciel et instruments météorologiques, posant ainsi des problèmes différents, à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La panne fréquente du système informatique provoquant des fausses valeurs affichées, ✓ Le Redémarrage fréquent du logiciel, ✓ Un Logiciel non mis à jour et installé sur un ordinateur vétuste, ✓ Non-conformité de codification selon la recommandation en vigueur de l'OACI et OMM, ✓ L'indisponibilité de la transmission des messages vers les autres centres externes, ✓ La panne fréquente des capteurs automatiques. <p>Station dotée du « Station-Soft » : Les inconvénients de cet outil sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ L'usage unique pour une seule station, ✓ La présence de bug sur l'application, ✓ L'indisponibilité d'autres options à part les calculs et les stockages des données. 	<p>Tous les travaux se font manuellement, ceux qui engendrent les problèmes suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ L'abondance des documents dans le poste de travail qui peut ralentir les services, ✓ Risque de mélanger les documents, ✓ Erreurs sur la rédaction des messages, ✓ Acheminement des données vers la DGM

Tableau 19 : Critiques relatives aux outils de travail des stations météorologiques gérées ou non pas la DGM

1.3.5. Solutions

Grâce à Internet, de nouvelles perspectives de développement apparaissent pour remédier ces problèmes rencontrés.

La création d'un outil en ligne de gestion des stations météorologiques à Madagascar a pour but de valoriser le rôle de la Météorologie Nationale à Madagascar. L'utilisation d'Internet, comme segment de communication de masse, permet également de baisser des coûts divers et d'autres frais. Avec la transmission à haut débit et la sécurisation augmentée, la fiabilité des produits de sortie, le service de la météorologie peut retrouver la confiance des usagers mais également faciliter les tâches quotidiennes de toutes les stations d'observations météorologiques.

Ce projet, portant le nom « **WEBDStation** » consiste donc à la mise en place d'un outil en ligne doté d'une page web dynamique qui gère les activités dans une station d'observation météorologique.

Cet outil en ligne contient trois interfaces séparées :

- **Partie client 1** : cette interface doit être accessible à n'importe quel internaute visitant l'adresse du site : <http://www.webdstation.mg> (en attente de l'hébergement).
- **Partie client 2** : cette interface doit être accessible seulement aux utilisateurs disposant de login et de mots de passe généré par l'administrateur. Elle permet de faire la saisie de toutes les observations faites en station, de codifier les messages et d'établir le TCM.
- **Partie administrateur** : cette partie disposera la même fonction que celui du client 2. De plus, elle permet de faire la correction des données enregistrées, supprimer les données et gérer les membres et les informations concernant la station.

Ces deux dernières parties disposent d'un menu *déconnexion* pour permettre la sécurité de l'interface ouverte.

1.4. CONCLUSION

A travers le cahier des charges qu'on a cité ci-dessus, on comprend bien que l'outil en ligne sous l'interface web qu'on va réaliser est un site web dynamique mais pour l'implémenter on aura besoins d'une étude conceptuelle afin d'éviter les problèmes existants et atteindre les objectifs visées.

CHAPITRE II : ANALYSE ET CONCEPTION

2.1. INTRODUCTION

Après avoir décrit le domaine d'étude et les besoins fonctionnels et opérationnels d'une station d'observation météorologique, nous allons fixer les objectifs de l'application à réaliser ainsi que les choix techniques et les outils nécessaires à sa réalisation.

L'approche utilisée dans la conception de notre travail est l'approche objet. Elle consiste à obtenir un modèle informatique d'une collection d'éléments d'une partie du monde réel en un ensemble d'entités appelées objets.

Cette approche présente plusieurs avantages dont les principaux sont: la modularité, l'extensibilité et la réutilisation. Nous allons choisir pour notre application, la modélisation basée sur le langage UML et le processus de développement UP (*Unified Process*). Dans cette optique nous utiliserons les diagrammes de cas d'utilisation, de séquence, de classe et de navigation.

2.2. NOTION SUR L'UML (UNIFIED MODELING LANGUAGE)

L'UML se définit comme un langage de modélisation graphique et textuel. Il est destiné à comprendre et décrire des besoins, spécifier et documenter les systèmes et sert aussi à esquisser des architectures logicielles, concevoir des solutions et communiquer des points de vue.

L'UML unifie à la fois les notations et les concepts orientés objet. Il ne s'agit pas d'une simple notation graphique, car les concepts transmis par un diagramme ont une sémantique précise et sont porteurs de sens au même titre que les mots d'un langage

2.2.1. Les différents diagrammes d'UML

L'UML offre beaucoup de diagrammes qui servent à la modélisation des systèmes, nous allons présenter quelques diagrammes :

- Les diagrammes de cas d'utilisation,
- Les diagrammes de classes,
- Les diagrammes de navigation,
- Les diagrammes de séquence.

2.2.2. Pourquoi la méthode UML ?

L'UML est un langage formel et normalisé qui permet durant la phase de conception :

- Un gain de précision,
- Un gage de stabilité,
- Encourager l'utilisation d'outils,

Le langage UML est un support de communication performant :

- Il encadre l'analyse,
- Il facilite la compréhension de représentation abstraite complexe,
- Son caractère polyvalent et sa souplesse en font un langage universel.

2.2.3. Processus Unifié

L'UML propose des diagrammes pour décrire les différents aspects d'application mais ne précise pas la séquence d'étape à suivre ou la démarche à suivre pour la réalisation de ces diagrammes. Un processus de développement est alors nécessaire.

Un processus unifié est un processus de développement logiciel construit sur la notation UML. Il est itératif et incrémental, centré sur l'architecture, conduit par les cas d'utilisation et piloté par les risques.

La gestion d'un tel processus est organisée par quatre phases : pré étude, élaboration, construction et transition. Ses activités de développement sont la capture des besoins, l'analyse et la conception, l'implémentation, le test et le déploiement. [25]

2.3. PHASE D'ANALYSE

La phase d'analyse a pour objectif d'identifier les acteurs qui interagissent avec le système et spécifier les fonctionnalités du système.

2.3.1. Identification des acteurs

La première étape de modélisation consiste à définir le périmètre du système, le contour de l'organisation. La seconde sert à modéliser et identifier les entités qui interagissent avec le système qui sont les acteurs.

Définition : Un acteur représente un rôle joué par une entité externe (utilisateur humain, dispositif matériel ou autre système) qui interagit directement avec le système étudié.

On peut regrouper les acteurs du système dans les catégories suivantes:

- L'administrateur serveur.
- L'administrateur station ou Chef de la station.
- L'observateur météorologique.
- L'utilisateur aéronautique.
- Le visiteur.

Dans les lignes qui suivent, nous allons identifier brièvement chacun de ces acteurs:

- **L'administrateur serveur** gère les stations membres. Il est chargé du site web. Il gère toute la mise en place technique et parfois la mission éditoriale, il doit gérer au jour le jour la technique et mettre à jour le contenu du site mis en ligne.
- **L'administrateur station ou Chef de la station** : son rôle détient tous les droits du site. Il peut attribuer ou retirer les droits d'accès aux autres utilisateurs (gère les utilisateurs du site et leurs profils). Il est chargé des modifications et mis à jour des renseignements techniques concernant la station d'observation sous sa responsabilité.

- **L'observateur météorologique** : il peut accéder au site pour faire les différentes sortes de saisies et codification des messages correspondantes, afficher le TCM, et consulter les messages des autres stations météorologiques membres sur le plateforme.
- **L'usager aéronautique** : il peut visualiser en temps réel les derniers messages d'observations météorologiques aéronautiques disponibles à la station.
- **Le visiteur** : il ne peut visualiser que l'aide offerte en ligne et les pages d'inscription et de connexion.

2.3.2. Architecture

L'architecture de notre application est de type client-serveur, où un ordinateur interagit avec d'autres sur Internet. D'une façon générale, l'architecture client-serveur s'appuie sur un poste central, le serveur, qui envoie des données aux machines clientes suite à des requêtes reçues. Des programmes qui accèdent au serveur sont appelés programmes clients (client FTP, client mail, navigateur). [3]

Serveur :

- Initialement passif en attente d'une requête,
- À l'écoute, prêt à répondre aux requêtes clientes,
- Quand une requête lui parvient, il la traite et envoie la réponse.

Client :

- Actif en premier,
- Envoie des requêtes au serveur,
- Attend et reçoit les réponses du serveur.

Les clients et le serveur doivent utiliser le même protocole; un serveur peut répondre à plusieurs clients en simultané.

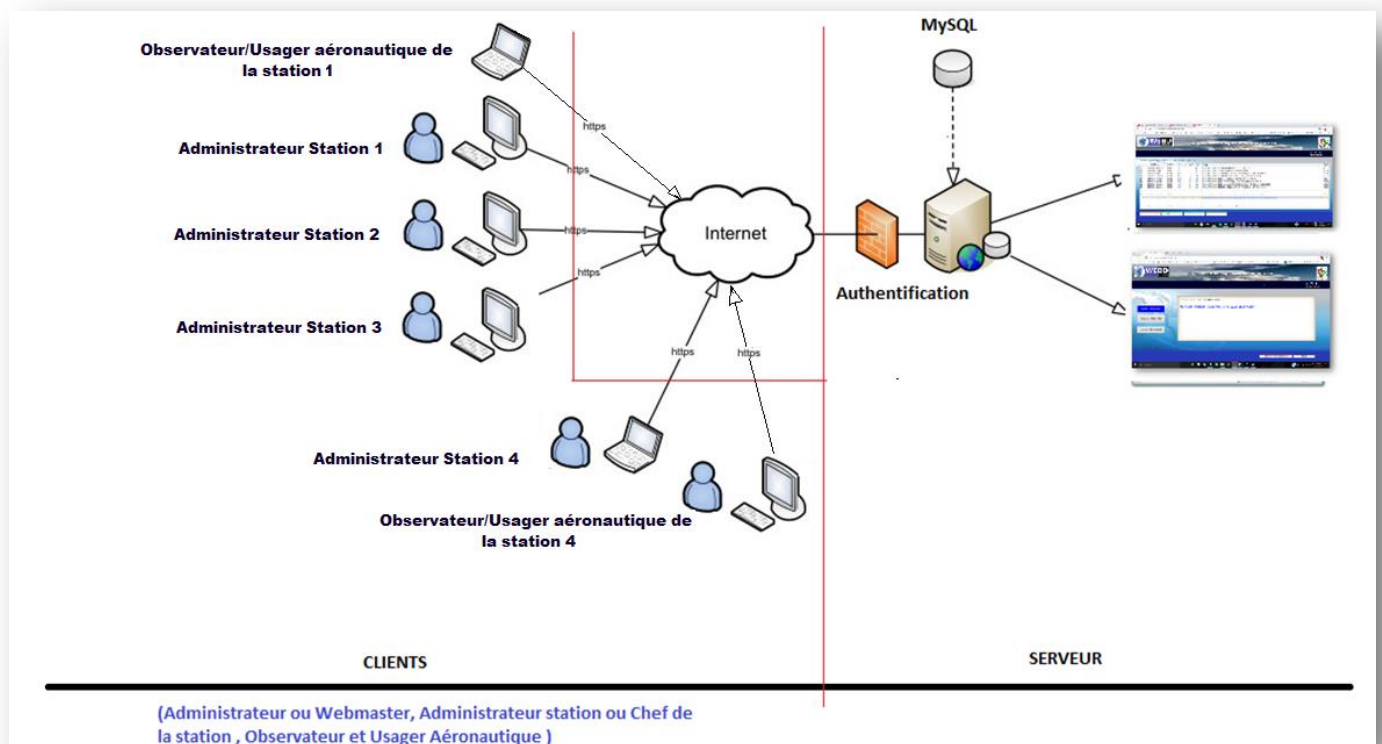


Figure 12 : Architecture client-serveur du projet

Avantages

- Unicité de l'information : toutes les données sont stockées sur un même serveur,
- Meilleure sécurité : simplification des contrôles de sécurité,
- Meilleure fiabilité : en cas de panne, seul le serveur fait l'objet d'une réparation,
- Architecture plus mature que les autres,
- Facilité d'évolution : architecture évolutive, il est très facile de rajouter ou d'enlever des clients ou déplacer le serveur.

Inconvénients

- Un coût d'exploitation élevé (ordinateur et connexion),
- En cas de panne du serveur, plus aucun client n'a l'accès aux informations,

2.4. PHASE DE CONCEPTION

La modélisation conceptuelle des données permet de dégager l'ensemble des données manipulées en vue d'élaborer le diagramme de classes. En effet, ce dernier donne une vue statique du système. Il décrit les types et les objets du système. Il s'agit donc d'une représentation des données du champ de l'étude ainsi que le lien sémantique entre ces données, facilement compréhensible, permettant de décrire le système d'information à l'aide des concepts proposés par le modèle UML.

2.4.1. Le dictionnaire des données

Il permet de recenser les informations nécessaires. Il précise le libellé des données, le nom de chaque champ, le type, la dimension et le libellé des données utilisées.

On va présenter ces données selon les entités :

- ✓ Observations horaires et synoptiques,
- ✓ Observations irrégulières,
- ✓ Observations journalières,
- ✓ Observations hebdomadaires,
- ✓ Observations mensuelles et les données TCM calculées.

Les tableaux suivants nous donnent les différentes variables en fonction des observations.

Observations horaires (y compris les synoptiques) et irrégulières

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
Id	Identification, incrémentation automatique	11	Entier
DateEnreg	Date et heure d'enregistrement, temps courant		Date heure
IndOMM	Indicateur OMM	5	Entier
Jour	Jour	2	Entier
Mois	Mois	2	Entier
Annee	Année	4	Entier
Heure	Heure allant de 0 à 23	2	Entier
Minute	Minute allant de 00 à 59	2	Entier
DD	Direction du vent de 10mn mesurée de 00 à 36	2	Entier
ff	Vitesse du vent de 10mn mesurée	2	Entier
DDh	Direction du vent horaire mesurée de 00 à 36	2	Entier
FFh	Vitesse du vent horaire mesurée	2	Entier
VISI	Visibilité dominante	5	Entier
RWY	Numéro de la piste disposant de la valeur RVR	2	Entier
RVR	Visibilité de la piste choisie	4	Entier
WW	Temps présent	2	Entier
W1 / W2	Temps Passé	1/1	Entier
CL	Nuages bas	1	Entier
CM	Nuages moyens	1	Entier
CH	Nuages supérieurs	1	Entier

Tableau 20 : Dictionnaires des données d'observations horaires et irrégulières

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
NTOT.	Nébulosité totale couvertes par les nuages	1	Entier
NC1	Nébulosité nuages bas	1	Entier
NC2	Nébulosité 3 à 4 octas		
NC3	Nébulosité ≥ 5 octas		
NCb	Nébulosité Cb		
NTCU	Nébulosité TCU		
HC1/HC2/HC3/HCb/HTCU	Hauteur de la base de nuage	5	Entier
Rc	Caractéristique et intensité des précipitations	1	Entier
Rt	Heure du début /fin des précipitations	1	Entier
RR	Quantité de précipitations horaires tombées	3	Texte
T10/T20/T50/T100	Températures dans le sol à 10cm/20cm/50cm et 100cm	3	Entier
Evap	Evaporation	3	Entier
DiffEV	Différence de l'évaporation calculée de 14H (J-1) à 4H(J) et de 4H(J) à 14H(J)	3	Entier
T	Température en millième	3	Entier
Tw	Tension de vapeur calculée		
Tenr	Température enregistrée		
Td	Température du point de rosée calculée		

Tableau 21 : Dictionnaires des données d'observations horaires et irrégulières (suite)

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
<i>Tm12</i>	Température 12h auparavant	3	Entier
<i>Tbar</i>	Température lue sur le baromètre		
<i>e</i>	Tension de vapeur calculée		
<i>UU</i>	Humidité calculée	3	Entier
<i>calcT</i>	Moyenne de la température T et T-12H	2	Entier
<i>UUenr</i>	Humidité enregistrée	3	Entier
<i>Penr</i>	Pression enregistrée à la station	5	Double
<i>P</i>	Pression lue à la station		
<i>Pst</i>	Pression au niveau de la station		
<i>Pme</i>	Pression au niveau de la mer		
<i>HStand</i>	Altitude en mètre géopotentielle		
<i>Tenda</i>	Tendance de la variation de la pression en 3H	1	Entier
<i>QNH</i>	Valeur de la pression QNH	5	Double
<i>QFE</i>	Valeur de la pression QFE		
<i>Cyclo</i>	Indicateur de présence de cyclone	1	Entier
<i>Dp</i>	Direction vraie dans laquelle on aperçoit	1	Entier
<i>Da</i>	Direction vraie d'où vient le phénomène indiqué	1	Entier
<i>VISMIN</i>	Visibilité minimale	4	Entier

Tableau 22: Dictionnaires des données d'observations horaires et irrégulières (suite)

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
DirVisMin	Direction de la visibilité minimale	1	Entier
WWo1 /WWo2	Autres groupes de temps présents (2 max)	7 caractères/groupe	Texte
RE1/RE2	Groupes de temps récents (1H auparavant)	7 caractères de deux groupes maxi	Texte
WS	Indicateur de cisaillement du vent	7 caractères/groupe	Texte
PSL	Position et lieu d'un phénomène remarquable à l'AD	25 caractères maxi	Texte
RMK	Renseignements sur d'autres aspects non météorologiques se produisant sur l'aérodrome	Libres caractères	Texte
Trend1	Indicateur d'évolution	5	Texte
Trend2	Indicateur de temps (FM/AT)	2	Texte
Time1TREND	Indicateur horaire du début et/ou fin de la tendance	4	Texte
Time2TREND	Indicateur horaire du début et/ou fin de la tendance inscrit avec l'indicateur de temps TL	6	
TREND	La tendance (vent, visibilité, phénomène et nuages)	Libres caractères	Texte
ImAgt	Nom de l'opérateur (observateur ou administrateur)	10 caractères maxi	

Tableau 23 : Dictionnaires des données d'observations horaires et irrégulières (suite et fin)

Observations journalières

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
Id	Numérotation, incrémentation automatique	11	Entier
DateREC	Date et heure d'enregistrement, temps courant	-	Date heure
IndOMMj	Indicateur OMM	5	Entier
Jourj	Jour	2	Entier
Moisj	Mois	2	Entier
Anneej	Année	4	Entier
Insolation MATIN - SOIR	Quantité de précipitations tombées	3	Entier
TxSOL	Température maximale sur le sol	3	Float
TnSOL	Température minimale sur le sol		
TxABRI	Température maximale sous abri		
TnABRI	Température minimale sous abri		
HTxABRI/HTnABRI	Valeur horaire en heure minute et seconde des températures extrêmes sous abri	8	Heure
HffddMAX	Valeur horaire en heure minute et seconde du vent maximum		
hPminMAT/hPmaxMAT	Valeur horaire en heure minute et seconde des pressions extrêmes relevées la matinée		
hPminSOIR/hPmaxSOIR	Valeur horaire en heure minute et seconde des pressions extrêmes relevées le soir		
hUUextMAT	Valeur horaire en heure minute et seconde de l'humidité extrême relevée la matinée		
UUextMin/UUextMax	Humidité relative extrême	3	Entier
RRR04TO14	Quantité de la précipitation de 4TU à 14TU	5	Double

Tableau 24 : Dictionnaires des données d'observations journalières

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
RRR14TO04	Quantité de la précipitation de 0TU à 24TU	5	Double
DureRR04TO14	Durée de la précipitation en 12H de 04 à 14TU	4	Float
DureRR00TO24	Durée de la précipitation en 24H de 00 à 24TU		
RESUMTps	Désignation brève du temps de la journée, en langage clair	libre	Texte
ImAgtj	Nom de l'opérateur (observateur ou administrateur)	10 caractères maxi	Texte

Tableau 25 : Dictionnaires des données d'observations journalières (suite et fin)

Observations hebdomadaires

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
Id	Numérotation, incrémentation automatique	11	Entier
DateREC	Date et heure d'enregistrement, temps courant	-	Date heure
IndOMM	Indicateur OMM	5	Entier
Jour	Jour	2	Entier
Mois	Mois	2	Entier
Sem	Numéro de la semaine des données saisies	2	Entier
MAJ_hebdo	Indicateur de la mise à jour des données	10	Texte
ImAgt	Nom de l'opérateur (observateur ou administrateur)	10 caractères maxi	Texte

Tableau 26 : Dictionnaires des données d'observations hebdomadaires

Observations mensuelles

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
Id	Numérotation, incrémentation automatique	11	Entier
DateREC	Date et heure d'enregistrement, temps courant	-	Date heure
IndOMM	Indicateur OMM	5	Entier
Jour	Jour	2	Entier
Mois	Mois	2	Entier
QuintileRd	Le quintile est une portion de la distribution de fréquence contenant un cinquième du total de précipitation	4	Entier
YBEGIN/YEND	Période DEBUT/FIN	4	Entier
InsolNorm	Valeur normale de l'insolation correspondant au mois précédent	4	Double
ResumCLIM	Renseignement concernant les phénomènes dominants à la station au cours du mois précédent	libre	Texte
ImAgt	Nom de l'opérateur (observateur ou administrateur)	10 caractères maxi	Texte

Tableau 27 : Dictionnaires des données d'observations mensuelles

Données TCM

Les données affichées sur le tableau TCM résultent d'une affectation automatique des paramètres enregistrés dans les observations horaires/synoptiques, journalières et mensuelles. Les seules valeurs non définies sont les valeurs calculées figurant dans le tableau ci-après.

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
TOT_RR24	Total de la quantité de la précipitation au cours de 24 heures	5	Double
TOTEvap	Total de l'évaporation	3	Entier
TOT_T	Total des températures de l'air de 0, 3, 6,9, 12, 15,18 et 21H	5	Float
TOT_Tw	Total des températures mouillées de 0, 3, 6,9, 12, 15,18 et 21H		
T_Moy	Moyenne des températures de l'air	3	Float
Tw_Moy	Moyenne des températures mouillées		
TOT_E	Total des tensions de vapeur de 0, 3, 6,9, 12, 15,18 et 21H	4	Float
E_Moy	Moyenne des vapeurs d'eau	3	Float
Tot_Pmer	Total des pressions mers de 0, 6, 12 et 18H	6	Float
Tot_Pst	Total des pressions stations de 0, 6, 12 et 18H		
Pmer_Moy	Moyenne des pressions mers	5	Float
Pst_Moy	Moyenne des pressions stations		

Tableau 28 : Dictionnaires des données TCM

Nom du Champ	Libellé	Dimension	Type
<i>InsolTOT</i>	Total des insolutions MATIN et SOIR	3	Entier
<i>TOT_Hstand</i>	Total des hauteurs standards géopotentielle de 0, 6, 12 et 18H	6	Float
<i>Hstand_Moy</i>	Moyenne des hauteurs standards géopotentielle	5	Float
<i>TOT_FF</i>	Total des forces des vents de 0, 3, 6,9, 12, 15,18 et 21H	4	Entier
<i>FF_Moy</i>	Total des forces des vents de 0, 3, 6,9, 12, 15,18 et 21H	4	Entier

Tableau 29 : Dictionnaires des données TCM (suite et fin)

2.4.2. Présentation des différents diagrammes relatifs au projet.

2.4.2.1. Le diagramme de cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation consiste à réaliser l'interaction entre le système et les acteurs.

La figure suivante représente les cas d'utilisations de tous les acteurs (webmaster ou administrateur, l'administrateur station ou le chef de la station, l'observateur météorologique et l'utilisateur aéronautique). [26]

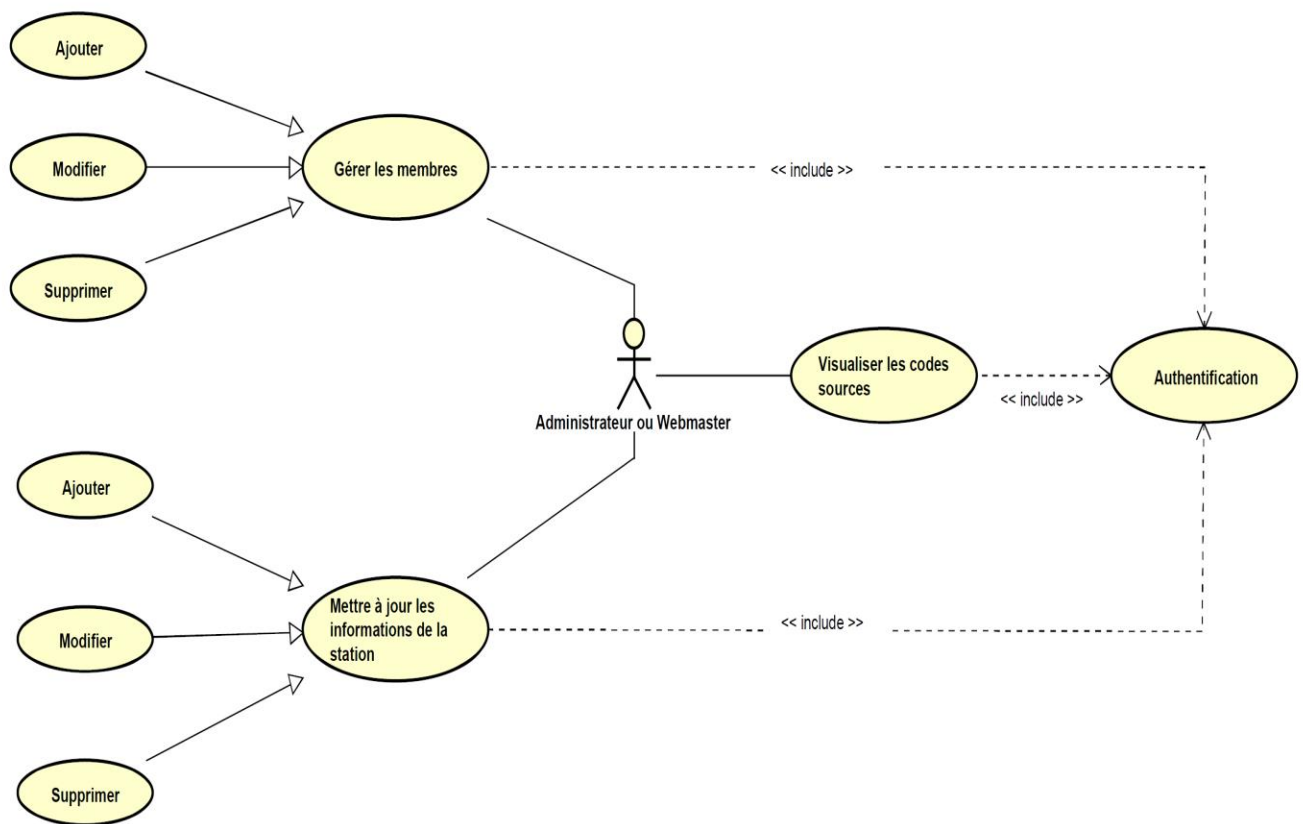


Figure 13 : Diagramme de cas d'utilisation d'un webmaster ou administrateur

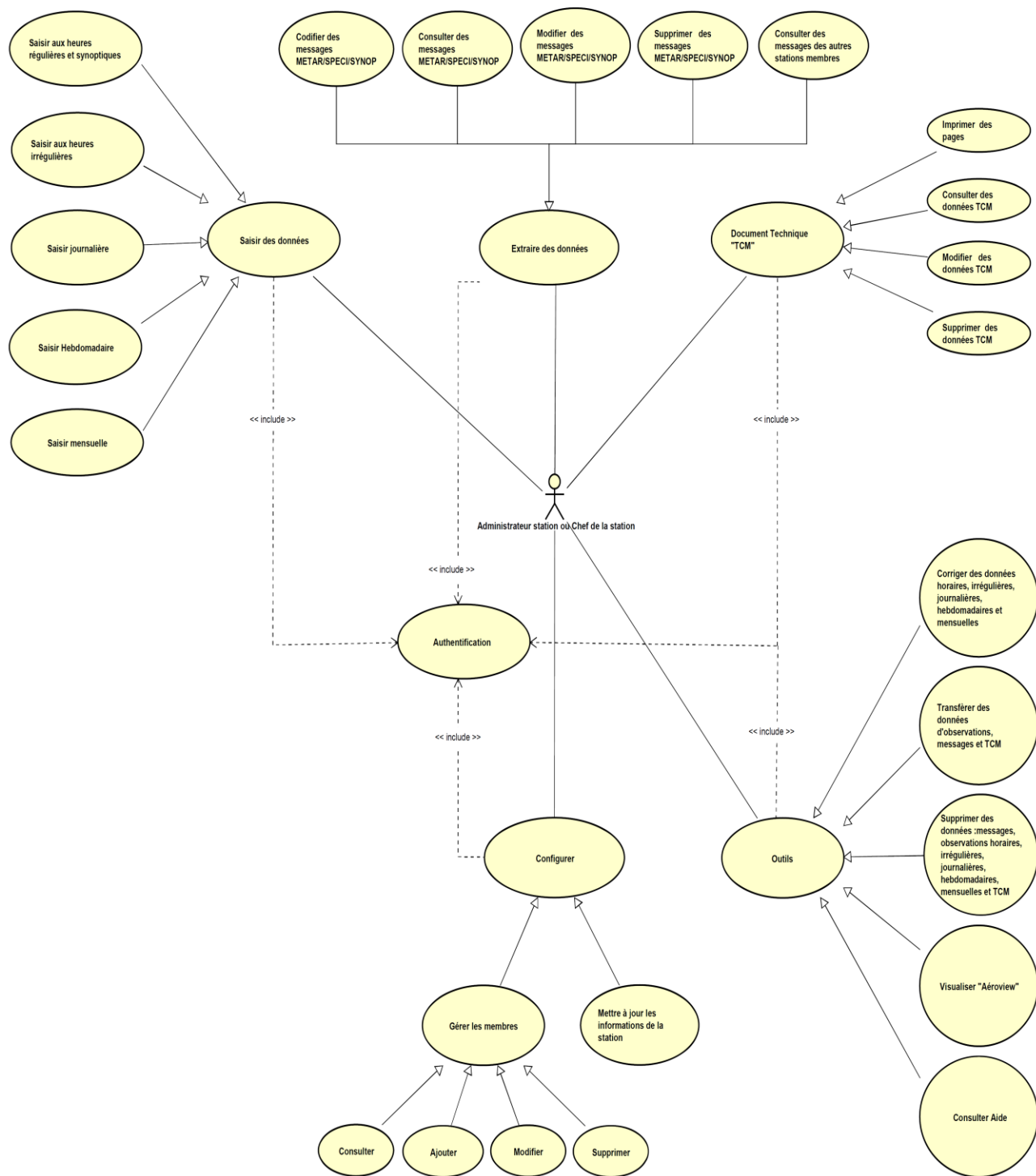


Figure 14 : Diagramme de cas d'utilisation d'un administrateur station ou Chef de la station

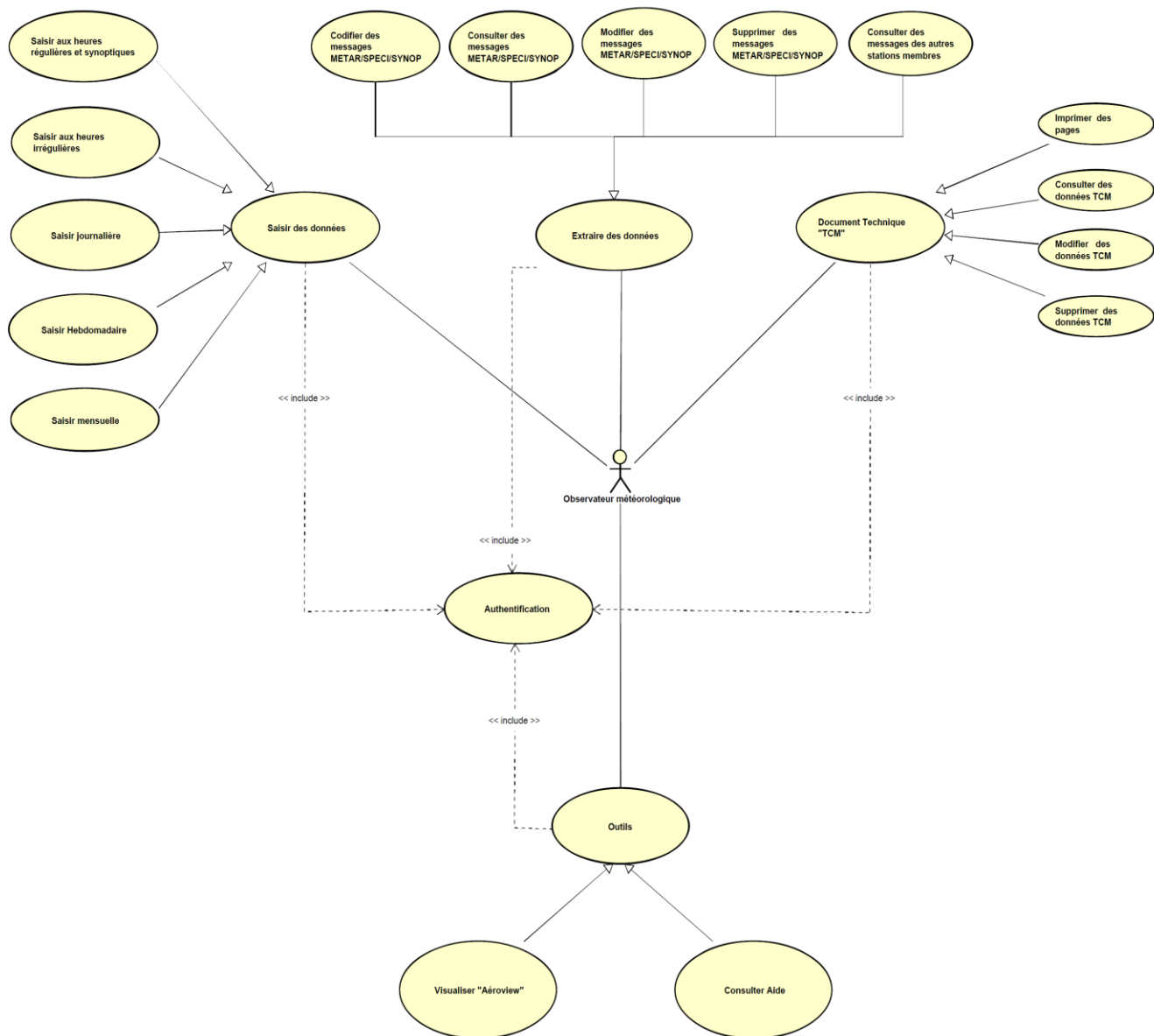


Figure 15 : Diagramme de cas d'utilisation d'un observateur météorologique

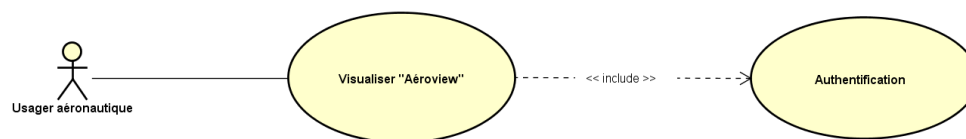


Figure 16 : Diagramme de cas d'utilisation d'un usager aéronautique

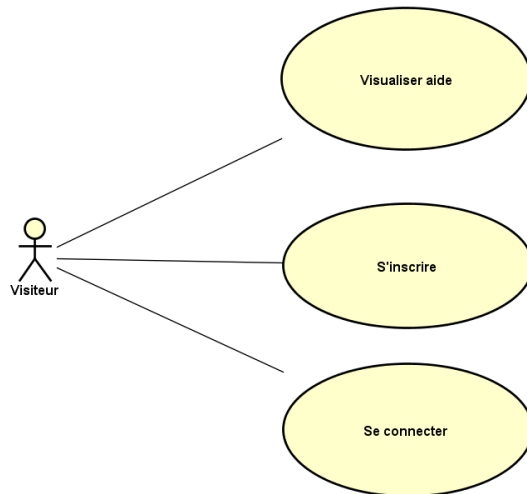


Figure 17 : Diagramme de cas d'utilisation d'un visiteur

2.4.2.2. Les diagrammes de classes

Un diagramme de classes UML décrit les structures d'objets et d'informations utilisées sur le site web, à la fois en interne et en communication avec ses utilisateurs. Il décrit les informations sans faire référence à une implémentation particulière. Ses classes et relations peuvent être implémentées de nombreuses manières, comme les tables de bases de données, les nœuds XML ou encore les compositions d'objets logiciels. [26]

En général un diagramme de classe peut contenir les éléments suivants :

- ✓ **Les classes** : une classe représente la description formelle d'un ensemble d'objets ayant une sémantique et des caractéristiques communes. Elle est représentée en utilisant un rectangle divisé en trois sections.
La section supérieure est le nom de la classe, la section centrale définit les propriétés de la classe alors que la section du bas énumère les méthodes de la classe.
- ✓ **Les associations** : une association est une relation entre deux classes (association binaire) ou plus (association n-aire), qui décrit les connexions structurelles entre leurs instances. Une association indique donc que des liens peuvent exister entre des instances des classes associées.
- ✓ **Les attributs** : les attributs représentent les données encapsulées dans les objets des classes. Chacune de ces informations est définie par un nom, un type de données, une visibilité et peut être initialisé. Le nom de l'attribut doit être unique dans la classe.

Le **diagramme de classe** de notre projet est représenté comme suit :

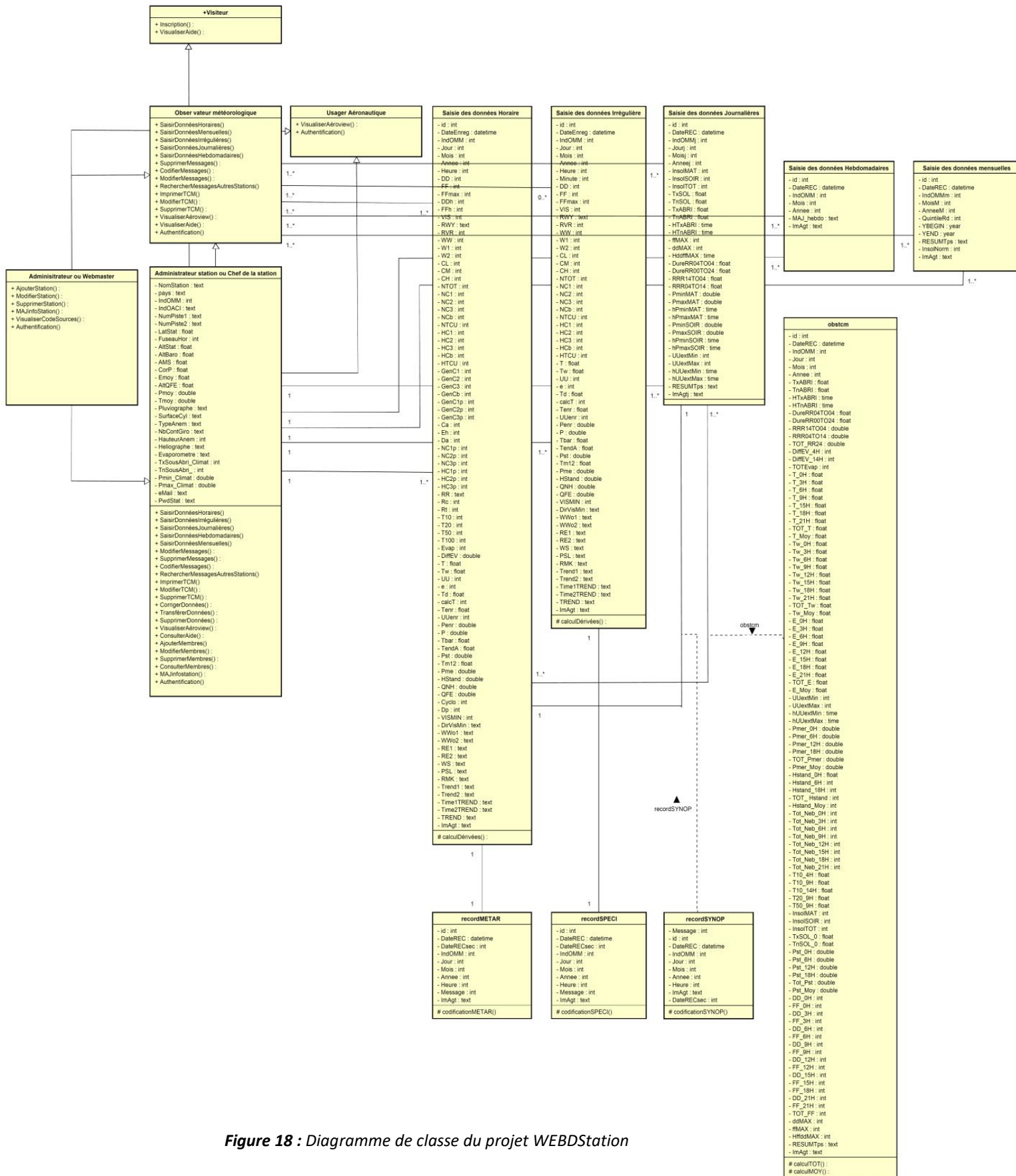


Figure 18 : Diagramme de classe du projet WEBDStation

2.4.2.3. Le diagramme d'états transitions ou de navigation

Ce diagramme sert à représenter des automates d'états finis, sous forme de graphes d'états, reliés par des arcs orientés qui décrivent les transitions. Les diagrammes d'états-transitions permettent de décrire les changements d'états d'un objet ou d'un composant, en réponse aux interactions avec d'autres objets/composants ou avec des acteurs. [26]

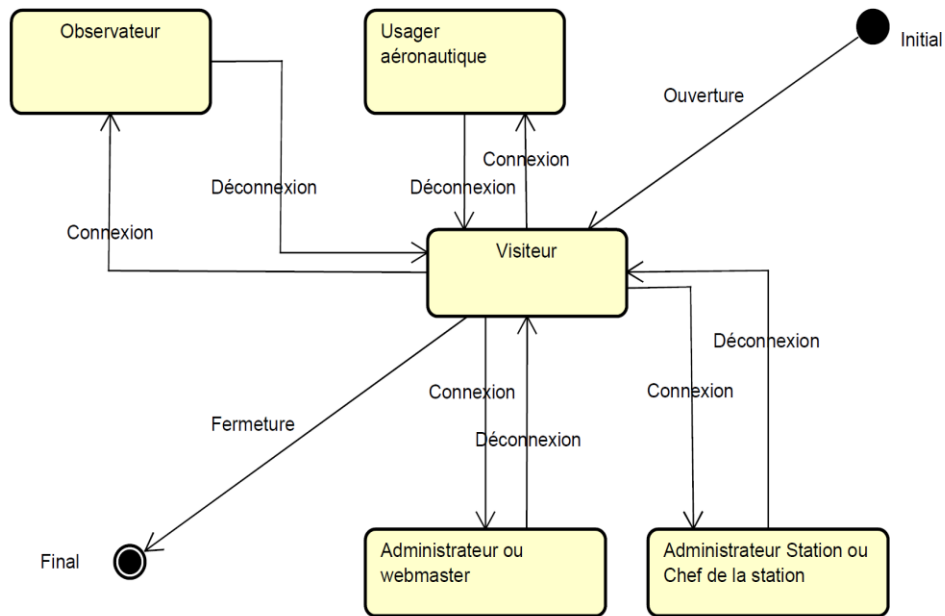


Figure 19 : Diagramme d'états transitions ou de navigation

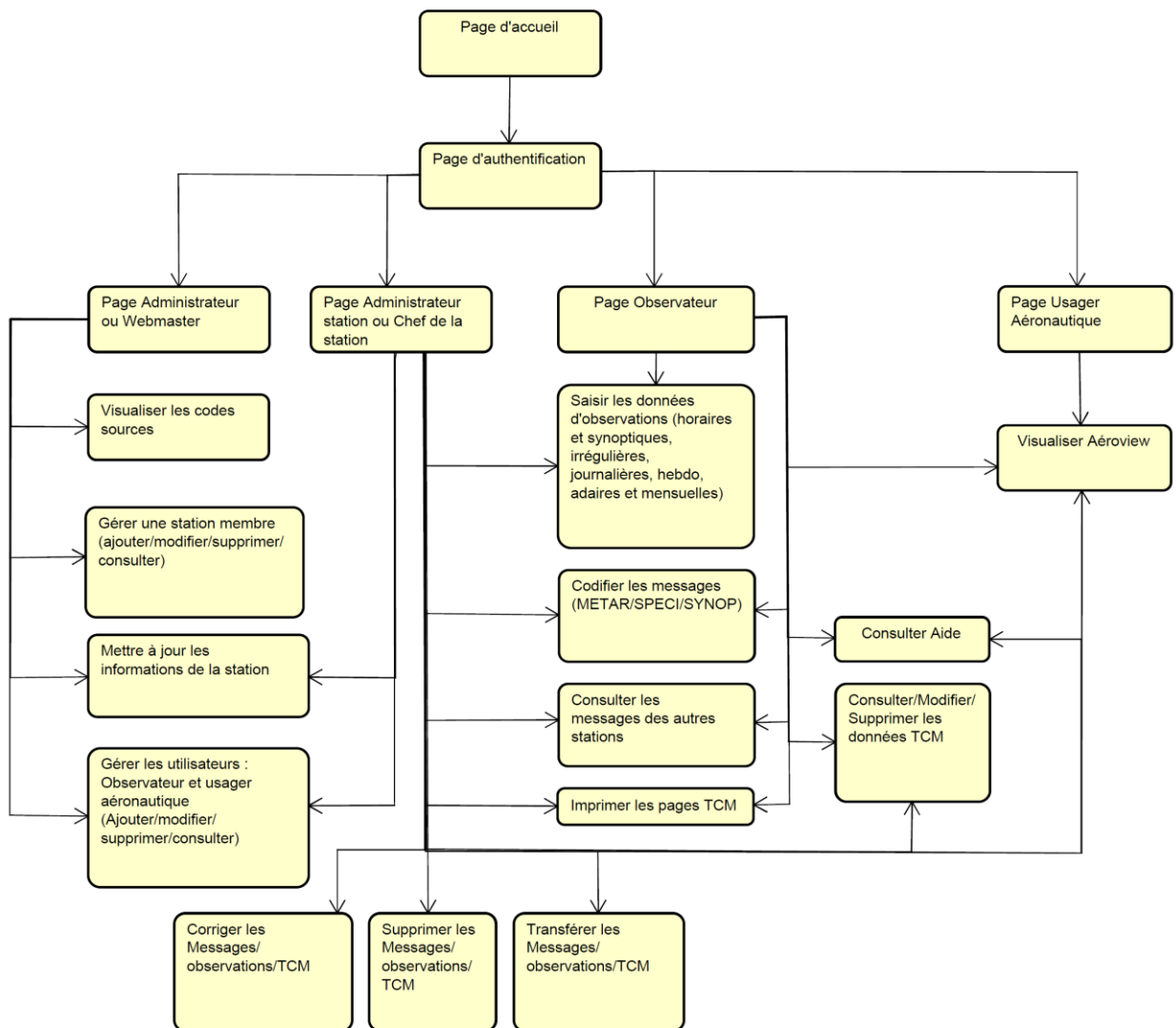


Figure 20 : Diagramme d'états transitions ou de navigation

2.4.2.4. Le diagramme de séquences

Un diagramme de séquences est un diagramme d'interaction qui expose en détail la façon dont les opérations sont effectuées : quels messages sont envoyés et quand ils le sont. Les diagrammes de séquences sont organisés en fonction du temps qui s'écoule au fur et à mesure que nous parcourons la page. Les objets impliqués dans l'opération sont répertoriés de gauche à droite en fonction du moment où ils prennent part dans la séquence. [26]

Ce type de diagramme est composé par les éléments suivants :

Les lignes de vie : Une ligne verticale qui représente la séquence des événements, produite par un participant, pendant une interaction, alors que le temps progresse en bas de ligne.

Ce participant peut être une instance d'une classe, un composant ou un acteur.

Les messages : deux types de messages dans le diagramme de séquences, le premier est dit message synchrone utilisé pour représenter des appels de fonction ordinaires dans un programme, le deuxième est appelé message asynchrone, étant utilisé pour représenter la communication entre des threads distincts ou la création d'un nouveau thread.

Les occurrences d'exécution : représente la période d'exécution d'une opération.

Les commentaires : Un commentaire peut être joint à tout point sur une ligne de vie.

Les itérations : représente un message de réponse suite à une question de vérification.

➤ *Inscription*

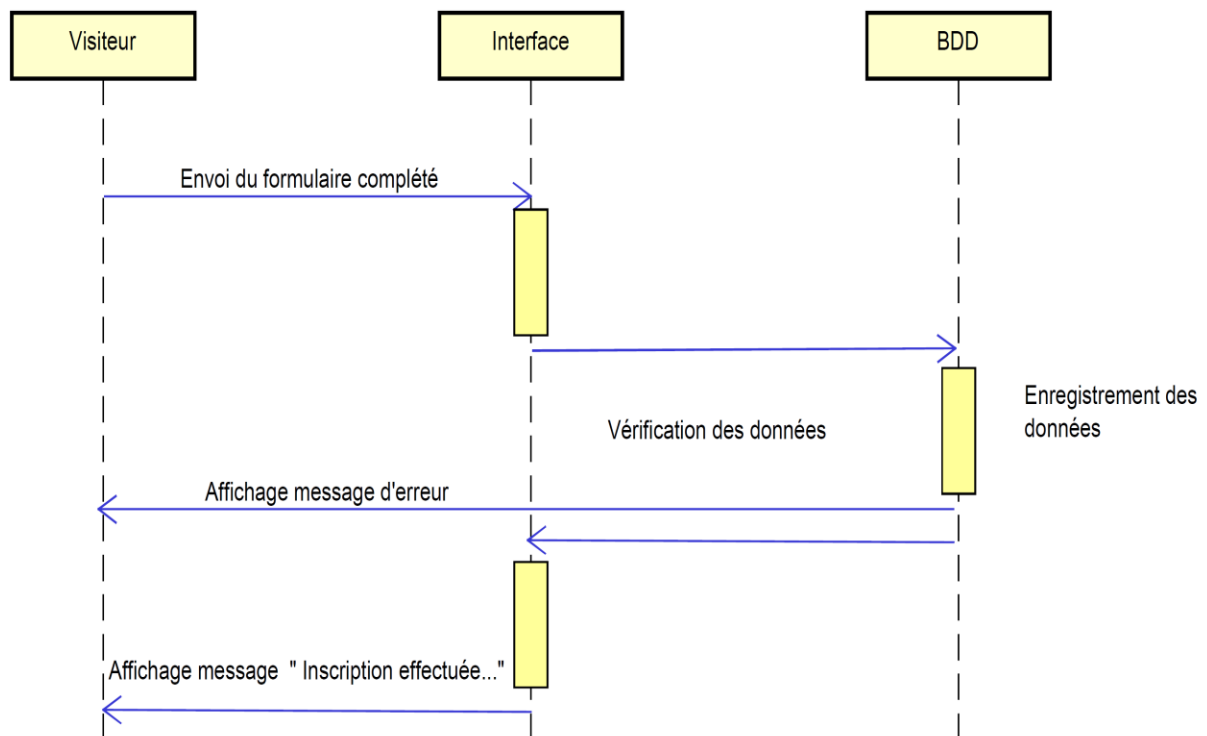


Figure 21 : Diagramme de séquences d'inscription

➤ *Authentification des administrateurs*

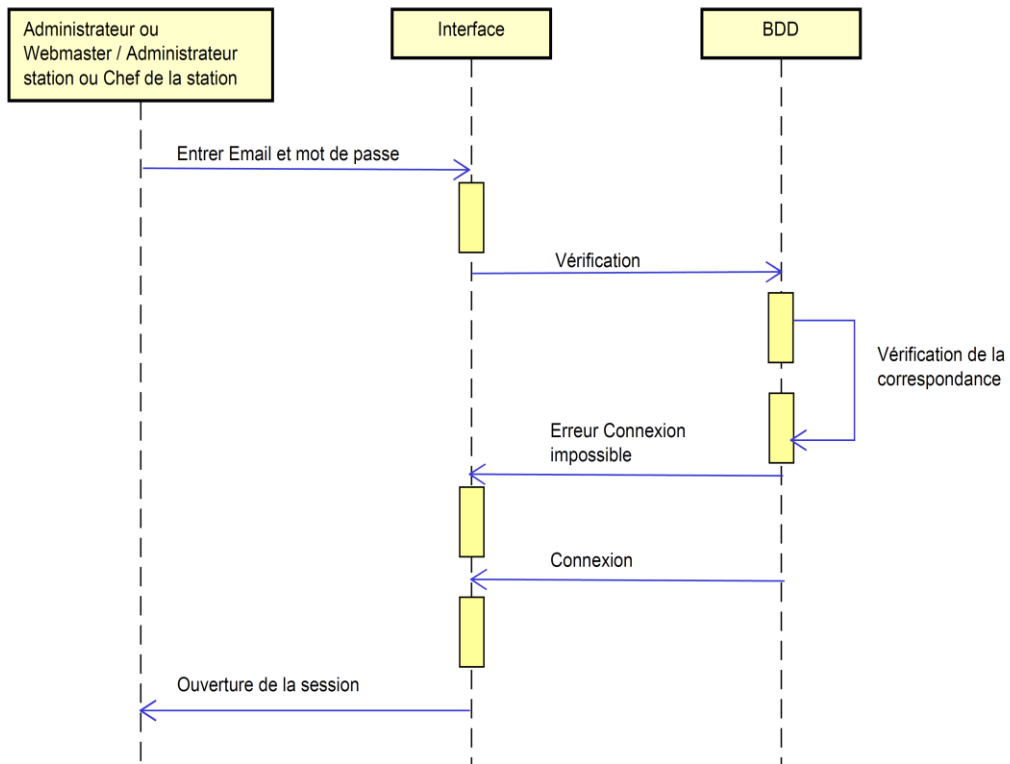


Figure 22 : Diagramme de séquences d'authentification
(Administrateur ou Webmaster / Administrateur station ou Chef de la station)

➤ *Authentification des observateurs et usagers aéronautiques*

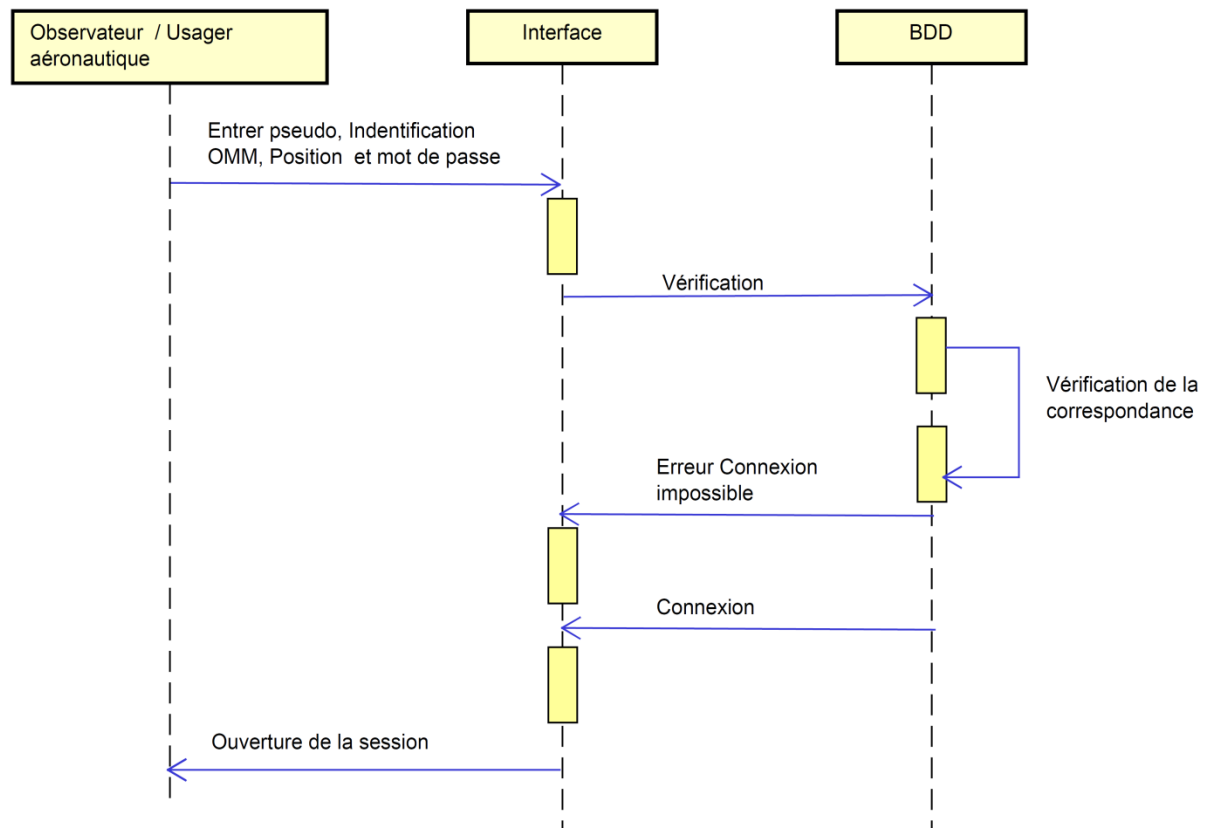


Figure 23 : *Diagramme de séquences d'authentification (Observateur / Usager aéronautique)*

➤ *Gestion des membres*

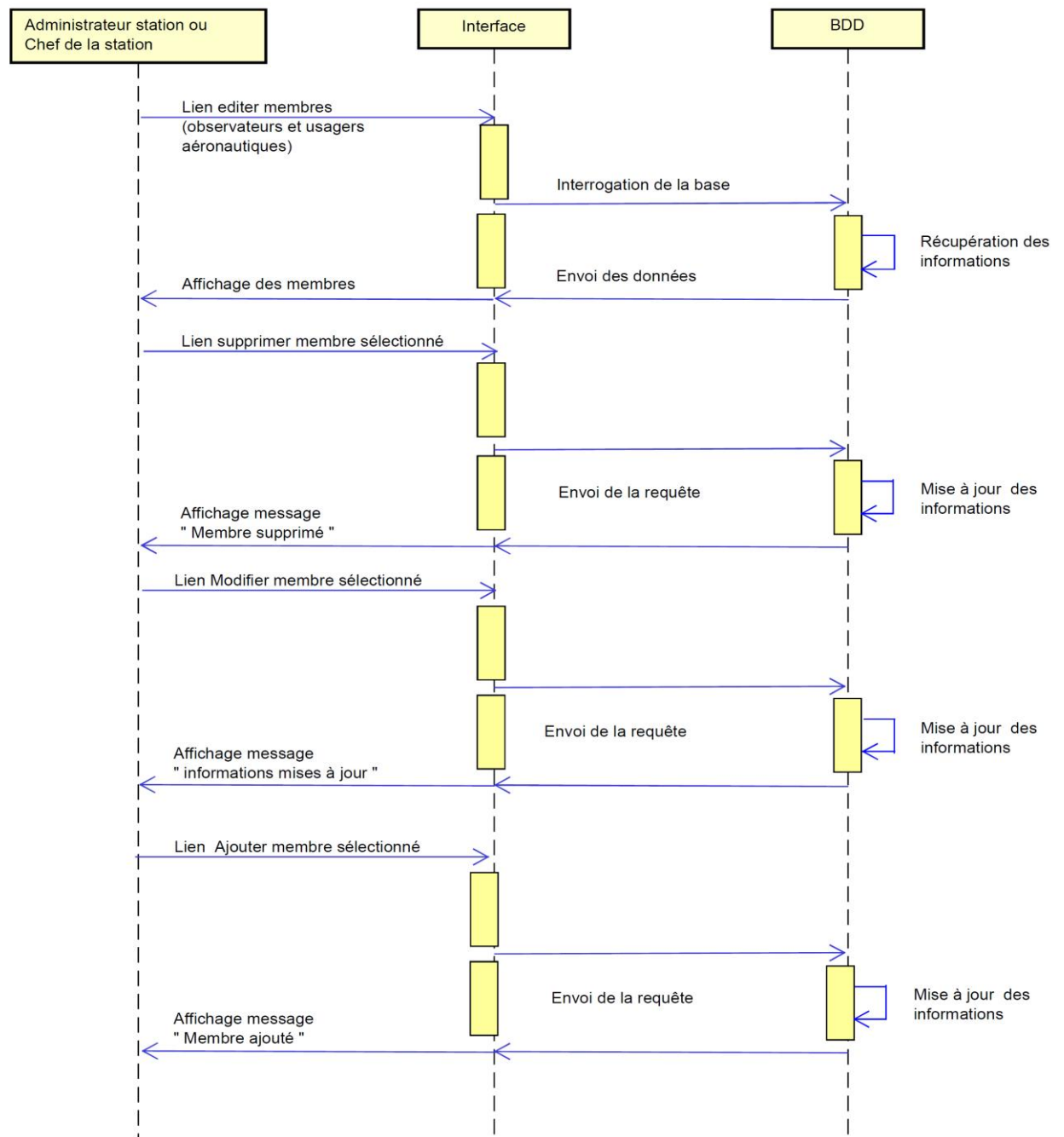


Figure 24 : Diagramme de séquences de gestion des membres (Observateur / Usager aéronautique)

➤ *Saisie des données d'observations*

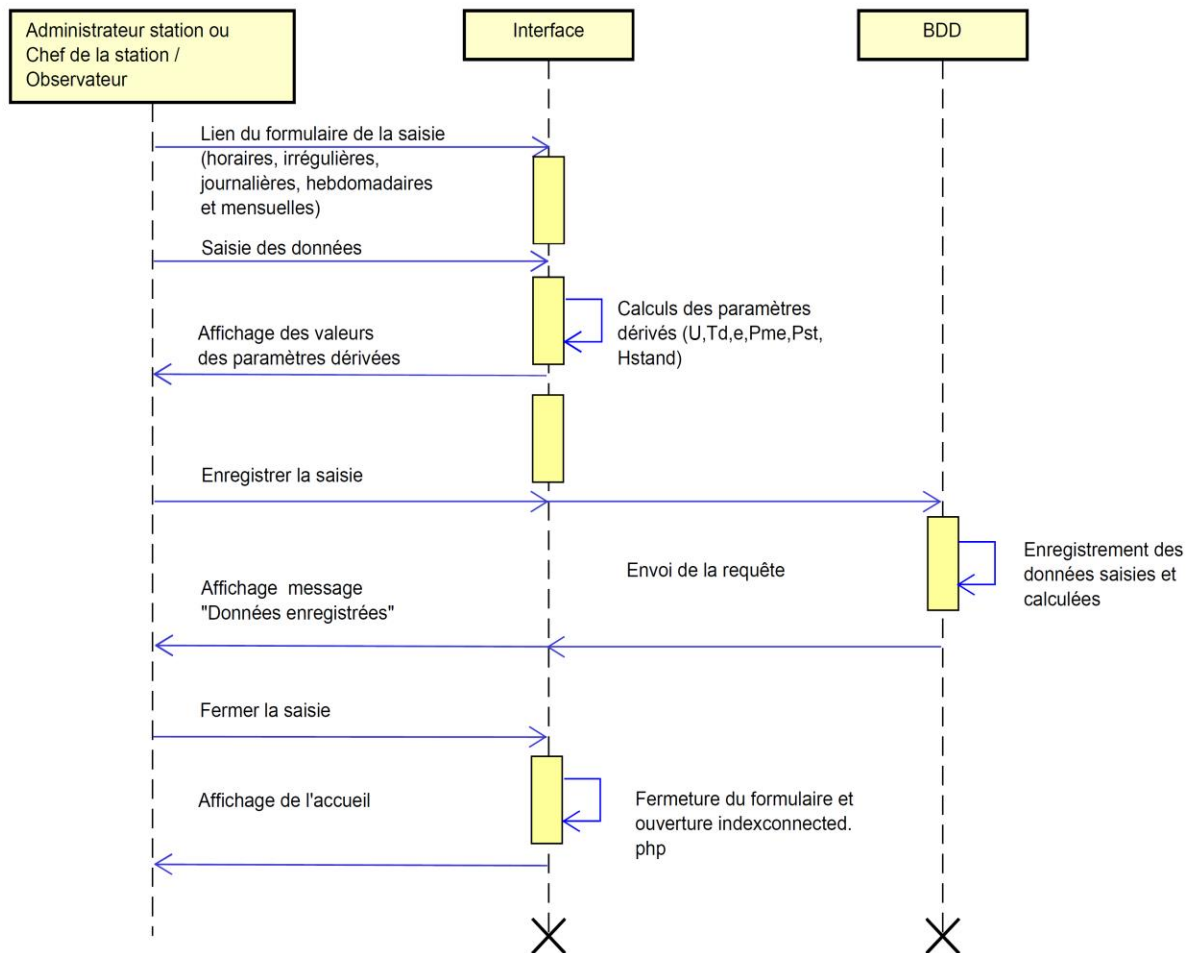


Figure 25 : Diagramme de séquences d'enregistrement des données d'observations (horaires, synoptique, Irrégulières, journalières, hebdomadaires et mensuelles)

➤ Codification des messages

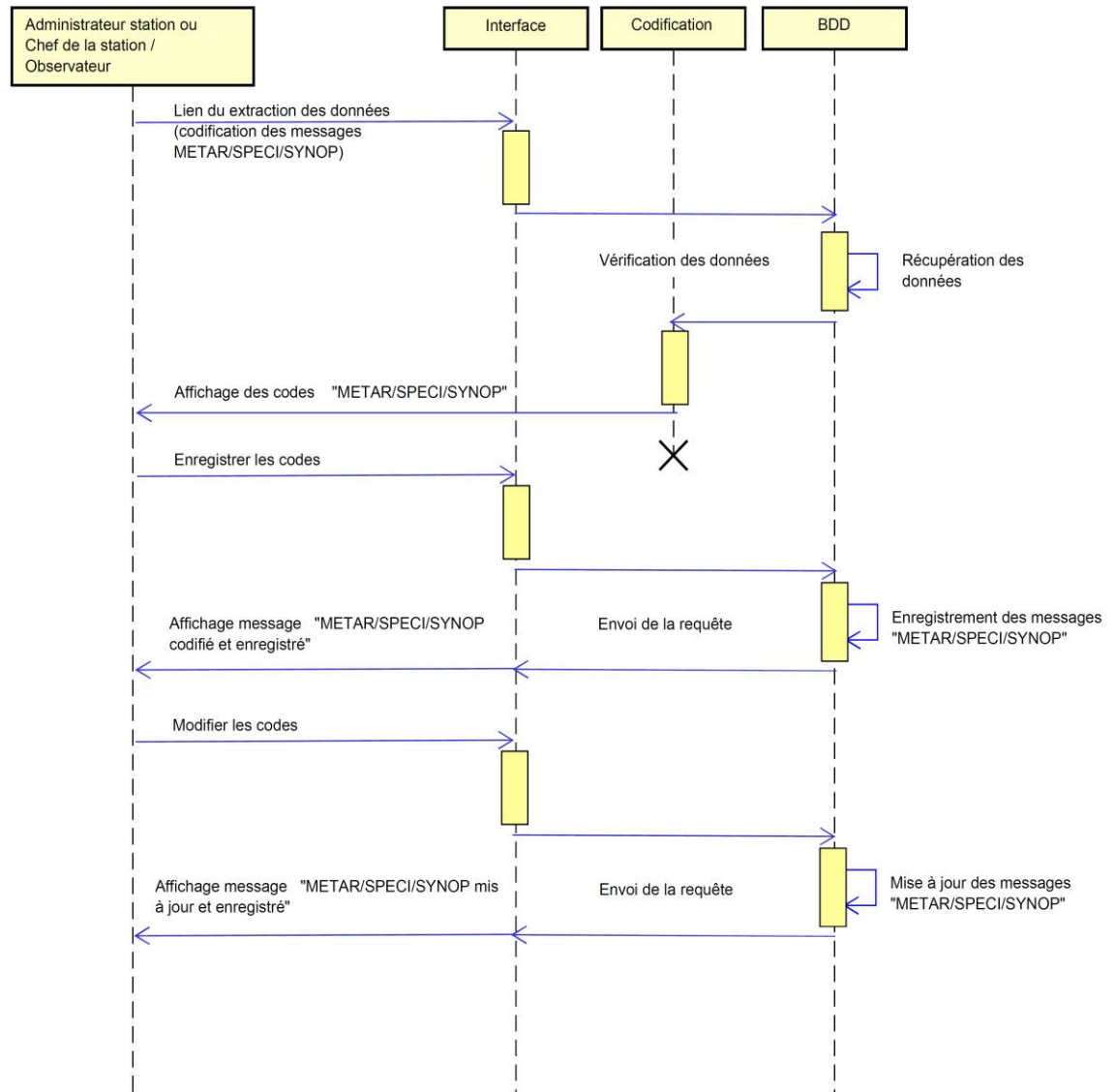


Figure 26 : Diagramme de séquences de codification des messages (METAR/SPECI/SYNOP)

➤ Recherche des messages

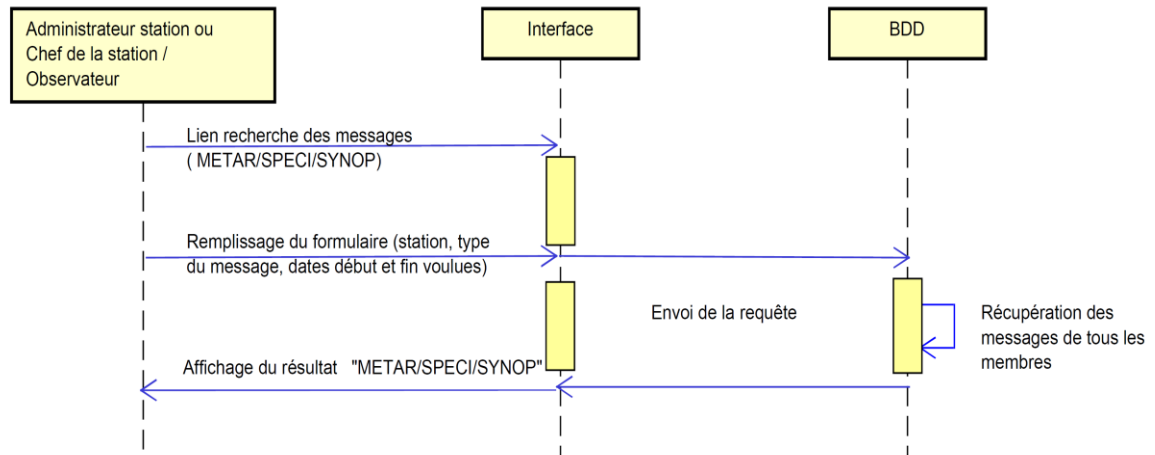


Figure 27 : Diagramme de séquences de consultation des messages entre les stations membres (METAR/SPECI/SYNOP)

➤ Impression des pages TCM (format papier ou pdf)

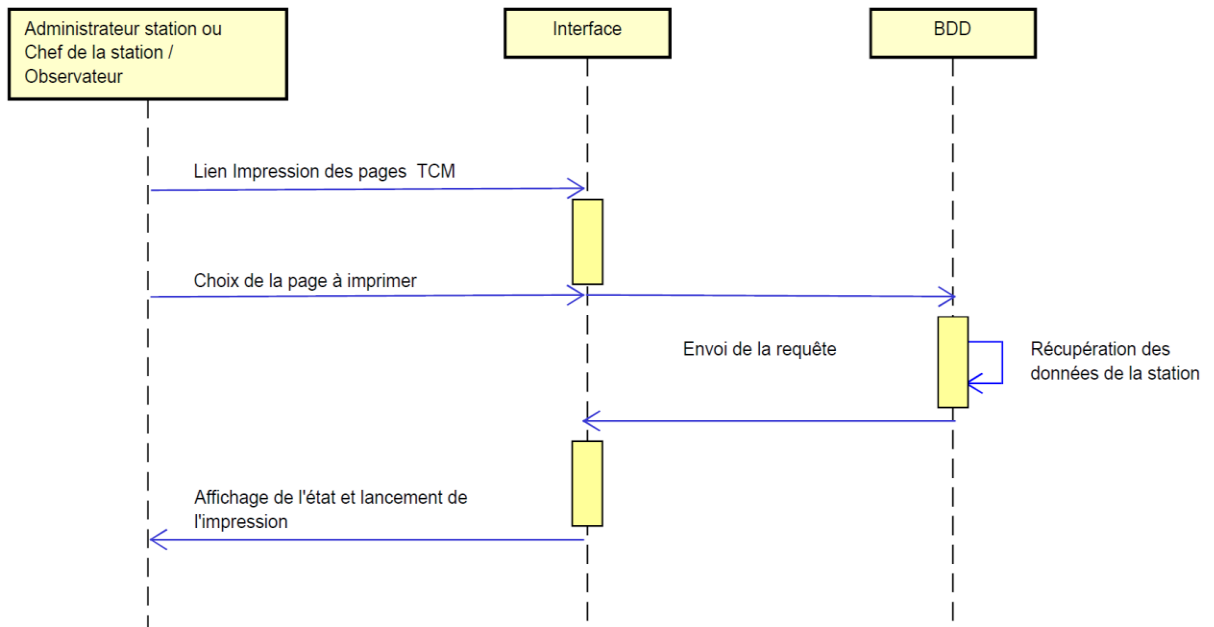


Figure 28 : Diagramme de séquences d'impression des pages TCM

➤ *Gestion des données TCM*

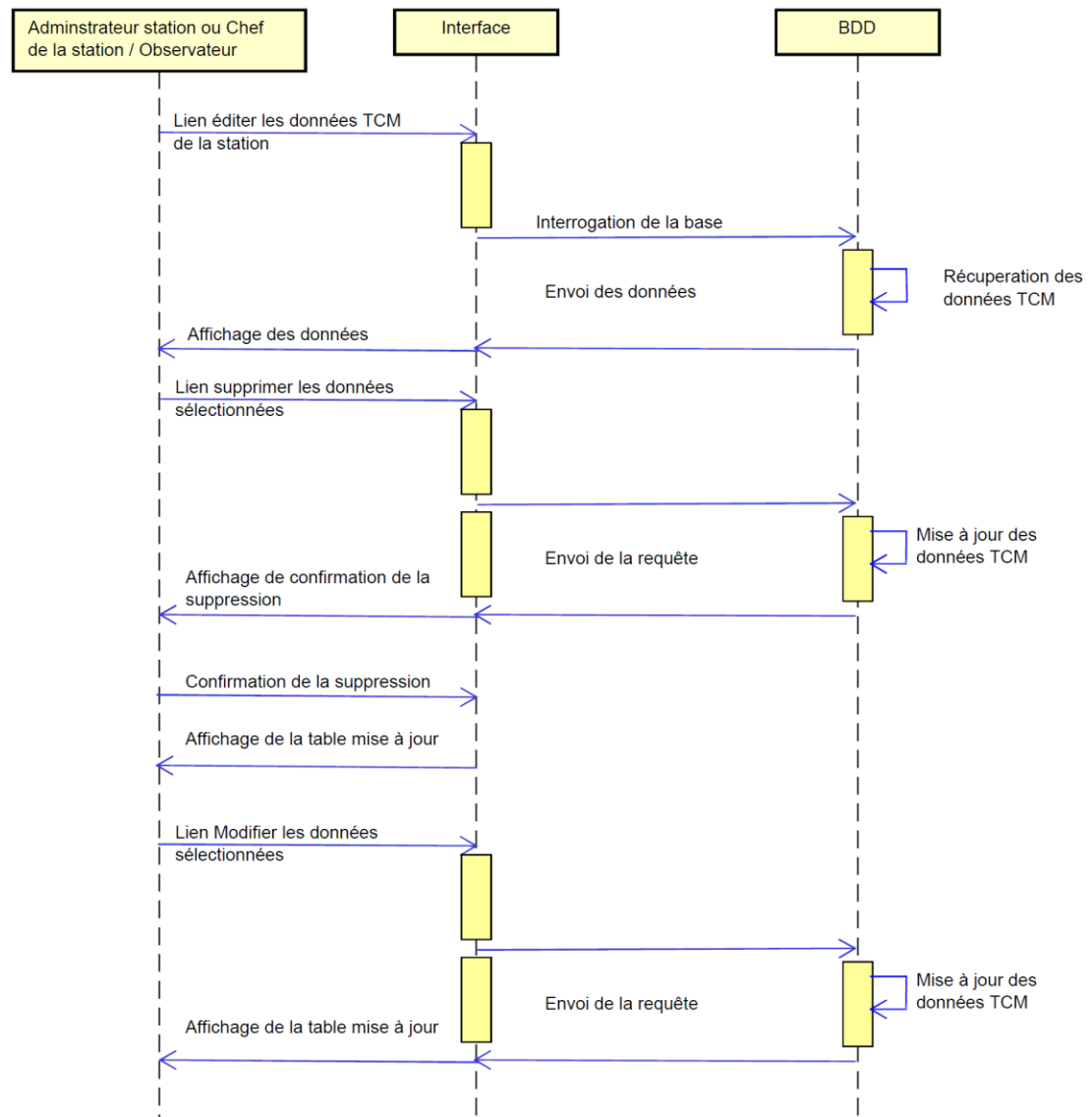


Figure 29 : Diagramme de séquences de gestion des données TCM

➤ *Correction des observations*

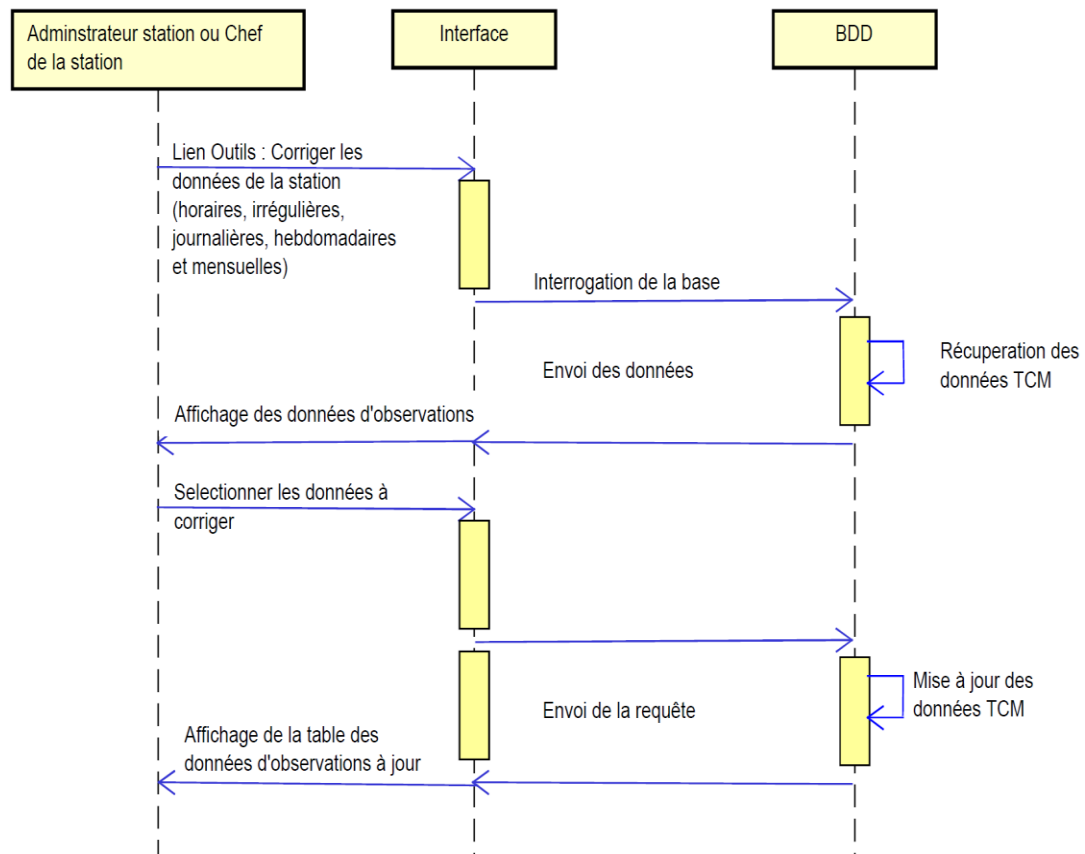


Figure 30 : Diagramme de séquences de correction des observations

➤ *Transfert des données au format CSV (Comma-Separated Values)*

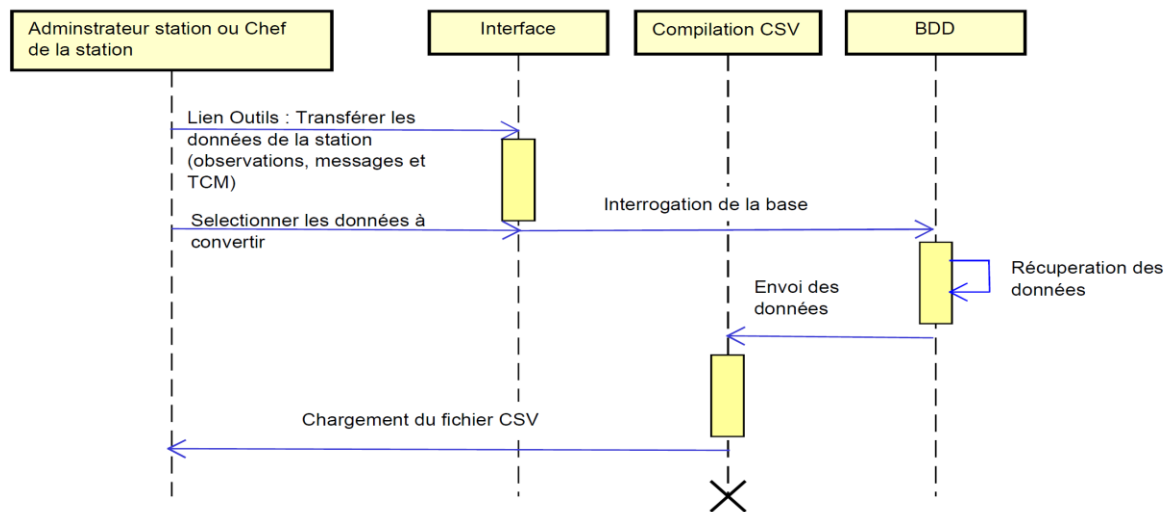


Figure 31: Diagramme de séquences de transfert des données au format CSV

➤ *Suppression de table des données*

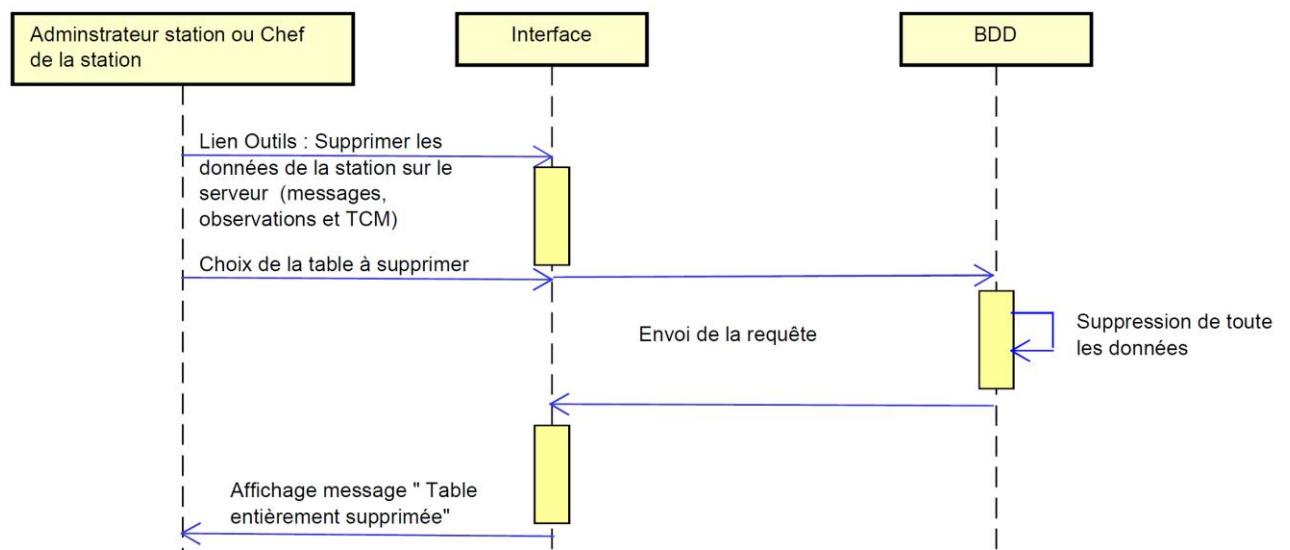


Figure 32 : Diagramme de séquences de suppression de toutes les données de la table des messages, observations et TCM sur le serveur

➤ Visualiser Aéroview

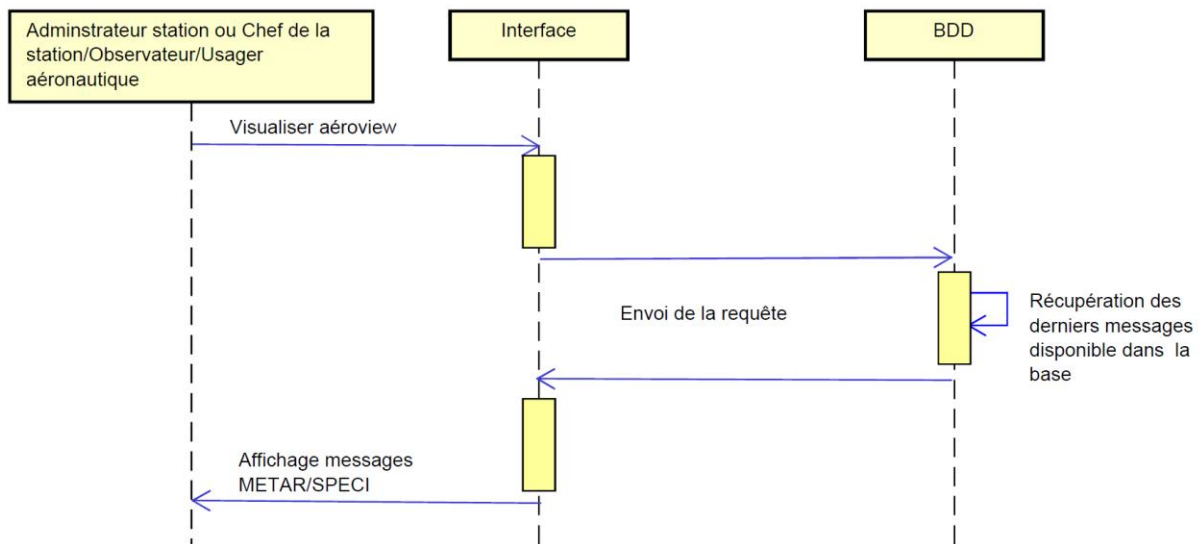


Figure 33 : Diagramme de séquences d’affichage Aéroview

➤ Consultation de l’aide

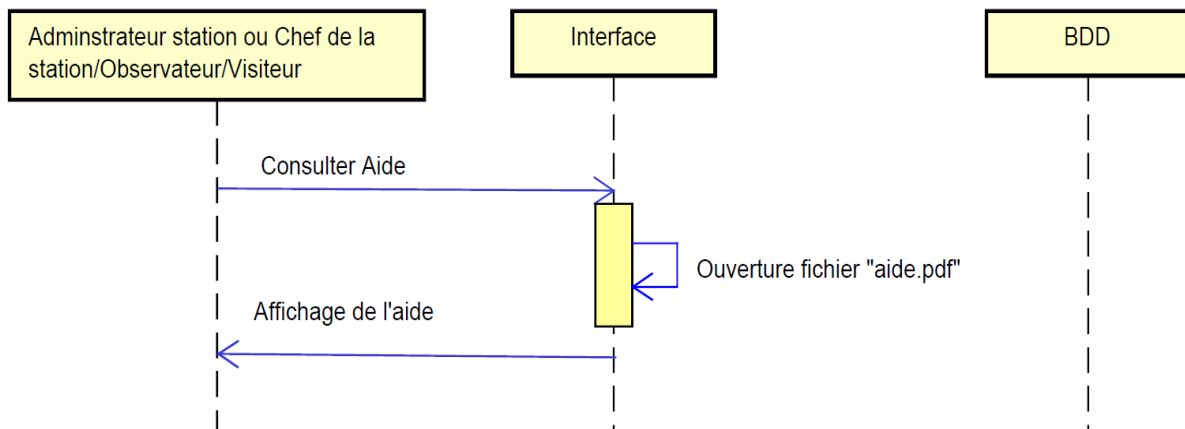


Figure 34 : Diagramme de séquences de consultation de l’aide
(Visiteur, Administrateur station et Observateurs)

➤ *Mise à jour des informations relative à la station*

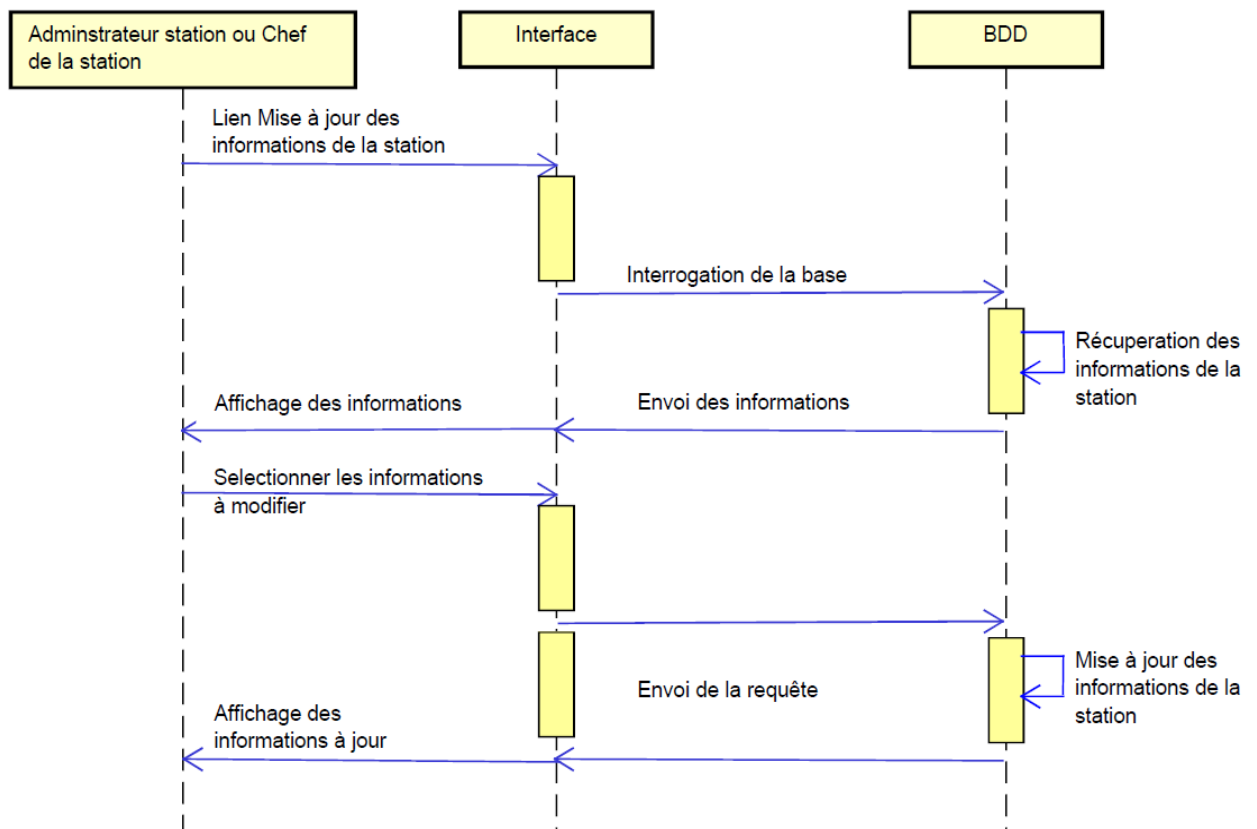


Figure 35 : *Diagramme de séquences de mise à jour des informations relative à la station*

2.4.3. Maquette de l'outil en ligne

2.4.3.1. Structure du site

Dans un outil mis en ligne ou plateforme web, la navigation est obligatoirement évolutive car le passage d'une phase à l'autre doit être structuré. Ce qui montre le maintien d'une hiérarchisation équilibrée, permettant l'accès rapide à l'information et une compréhension intuitive de la façon dont les pages sont organisées tout en donnant la possibilité d'évoluer. Pour cela, nous avons choisi la structure en évolution.

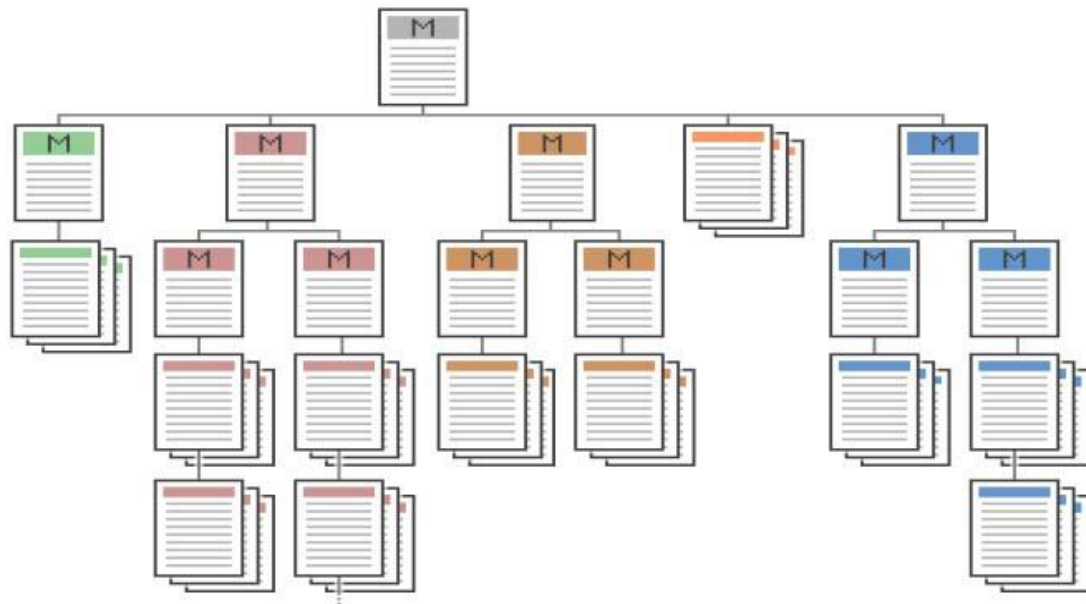


Figure 36 : Structure de notre plateforme web en évolution.

Les couleurs (vert, violet, marron, orange et bleu) identifient les utilisateurs et les navigations obligatoires évolutives dont ils auront l'accès. La couleur gris correspond à l'index initial de la page.

2.4.3.2. La charte graphique

Une charte graphique aboutit généralement à la création de modèles de pages (en anglais Template) servant comme des gabarits pour la création du site web. Les Template sont des images créées sous forme de calques ou bien des pages web représentant le squelette graphique des pages types dans notre site web comme par exemple : la page d'accueil, la page administrateur station / webmaster et la page observateur dans notre projet .

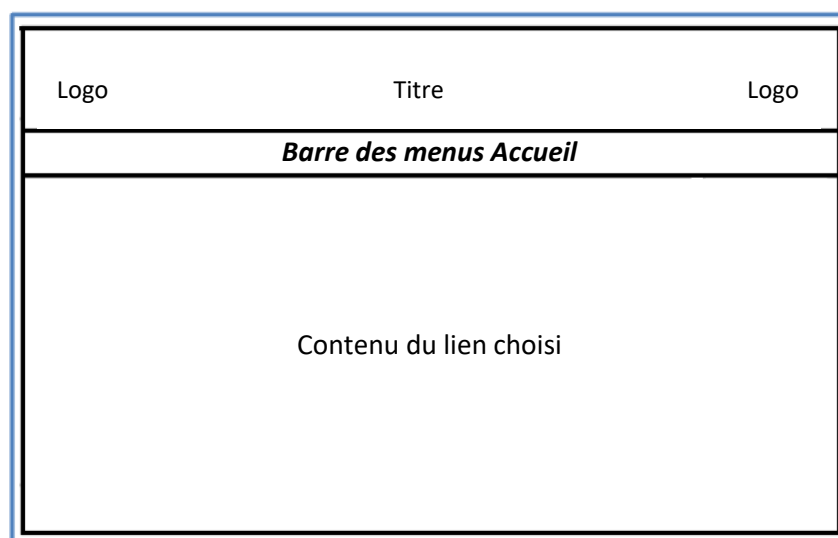


Figure 37 : Charte graphique de la page d'accueil

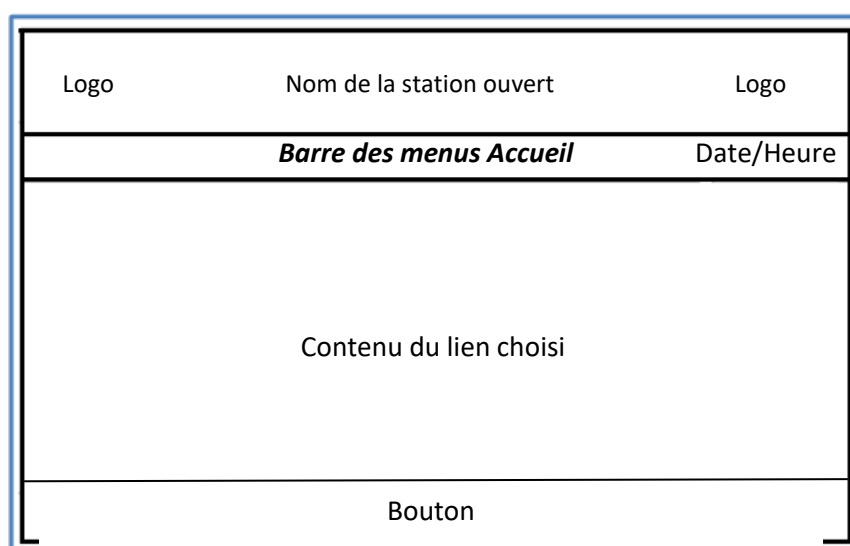


Figure 38 : Charte graphique de la page administrateur station /webmaster/observateur

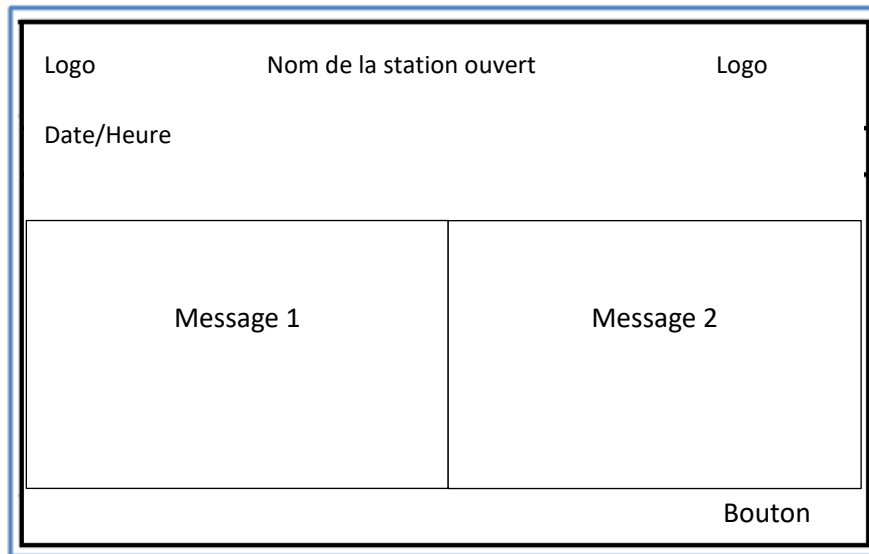


Figure 39 : Charte graphique de la page Aéroview

La charte graphique est très bien respectée :

- Fonds clairs à thèmes créés à partir de photoshop ;
- Police de style Arial, Helvetica et Times New Roman ;
- Couleur bleu/noir pour les textes et blanc pour les titres,
- Taille de 10 points pour le texte, 14 points pour les rubriques et 35 points pour les titres ;
- Boutons de navigation de fond bleu foncé et de couleur rouge pour le bouton actif. **[3]**

2.5. CONCLUSION

Au cours de l'analyse, nous avons donné une vue générale sur l'UML. Nous avons montré le principe de fonctionnement et les relations qui existent entre les différents acteurs et leur interaction avec le système.

La phase conceptuelle est une étape fondamentale pour la réalisation de n'importe quel projet. Elle permet de faciliter le système d'information et réaliser l'implémentation de la base de données et le traitement, elle nous a permis aussi d'expliquer les diagrammes de cas d'utilisation, de classe, de navigation et de séquence optés par notre système. Par la suite, on doit chercher les moyens et les outils possibles pour développer l'application, dont nous allons voir dans le chapitre suivant.

Le prochain chapitre sera consacré à la réalisation du projet.

CHAPITRE III : REALISATION

3.1. INTRODUCTION

Ce chapitre a pour objectif majeur de présenter le produit final. C'est la phase de réalisation de l'outil en ligne qui utilise des technologies spécifiques. Ce chapitre est composé de deux parties : la première partie présente l'environnement de développement alors que la seconde partie concerne les principales interfaces graphiques.

3.2. ENVIRONNEMENTS DE DEVELOPPEMENT

3.2.1. Environnement matériel

Pour développer cette application, la machine utilisée est configurée comme suit :



Figure 40 : Capture écran de la configuration machine

3.2.2. Environnements logiciels et langages

Les différents logiciels et langages informatiques utilisés lors de la réalisation de l'application sont énumérés ci-après.

3.2.2.1. Logiciels informatiques

- **WAMPSEVER**



WampServer 2 (anciennement WAMP5) est une plateforme de développement Web de type WAMP, permettant de faire fonctionner localement (sans se connecter à un serveur externe) des scripts PHP. WampServer n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (Apache et MySQL), un interpréteur de script (PHP), ainsi que phpMyAdmin pour l'administration Web des bases MySQL.

Il dispose d'une interface d'administration permettant de gérer et d'administrer ses serveurs au travers d'un tray icon (icône près de l'horloge de Windows).

- **Photoshop CS**



Il s'agit d'un logiciel de retouche image de très grande base des filtres et des effets, comme il sert dans ses dernières versions d'établir des animations, donc il nous a aidés dans la construction de la bannière publicitaire.

- **Notepad++**



C'est un logiciel d'éditeur de texte générique codé en C++, qui intègre la coloration syntaxique de code source pour les langages de programmations et assembleurs.

3.2.2.2. **Langages de programmation**

- **JAVASCRIPT**



JavaScript est un langage de programmation de scripts, principalement utilisé dans les pages web interactives. C'est un langage orienté objet à prototype, c'est-à-dire que les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets qui ne sont pas des instances de classes, mais qui sont équipés de constructeurs permettant de générer leurs propriétés.

Le langage a été créé en 1995 par Brendan Eich pour le compte de Netscape Communications Corporation.

- **MYSQL**



MySQL est un système de gestion de base de données (SGBD). Selon le type d'application, la licence est libre ou propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle et Microsoft SQL Server.

MySQL est un serveur de bases de données relationnelles SQL développé dans un souci de performances élevées en lecture, ce qui signifie qu'il est davantage orienté vers le service de données déjà en place que vers celui de mises à jour fréquentes et fortement sécurisées.

- **APACHE**



Apache est le serveur le plus répandu sur Internet. Il fonctionne principalement sur les systèmes d'exploitation UNIX et Windows. La version Windows n'est considérée comme stable que depuis la version 1.2 d'Apache. Apache est utilisé par de nombreux produits, dont WebSphere d'IBM, ainsi que par Oracle Corporation.

Apache est conçu pour prendre en charge de nombreux modules, lui donnant des fonctionnalités supplémentaires : interprétation du langage Perl, PHP, Python et Ruby, serveur proxy, etc.

- **CSS (Cascading Style Sheets)**



C'est un langage informatique qui sert à décrire la présentation des documents HTML et XML. Les standards définissant CSS sont publiés par le World Wide Web Consortium (W3C). Introduit au milieu des années 1990, CSS devient couramment utilisé dans la conception de sites web et bien pris en charge par les navigateurs web dans les années 2000.

- **HTML**



L'HTML est un langage informatique utilisé sur l'internet. Ce langage est utilisé pour créer des pages web. L'acronyme signifie **HyperText Markup Language**, ce qui signifie en français "*langage de balisage d'hypertexte*". Cette signification porte bien son nom puisqu'effectivement ce langage permet de réaliser de l'hypertexte à base d'une structure de balisage.

Pour visualiser une page en HTML, il est nécessaire d'utiliser un **navigateur** web (Opéra, Firefox, Internet explorer etc.).

La plupart du temps, d'autres langages informatiques sont associés à une page codée en HTML. Par exemple le CSS, qui permet de mettre en forme le contenu d'une page codée en HTML. Il y a également des langages informatiques qui dépendent entièrement du HTML, tel le Javascript.

- **PHP**



Le PHP est un langage informatique utilisé sur l'internet. Le terme PHP est un acronyme récursif de "**PHP: Hypertext Preprocessor**".

Ce langage est principalement utilisé pour produire un site web dynamique. Il est courant que ce langage soit associé à une base de données, tel que MySQL.

Exécuté du côté serveur (l'endroit où est hébergé le site) les visiteurs n'ont pas besoin d'avoir des logiciels ou plugins particulier. Néanmoins, les webmasters qui souhaitent développer un site en PHP doivent s'assurer que l'hébergeur prend en compte ce langage.

Lorsqu'une page PHP est exécutée par le serveur, alors celui-ci renvoie généralement au client (aux visiteurs du site) une page web qui peut contenir du HTML, XHTML, CSS, JavaScript ...

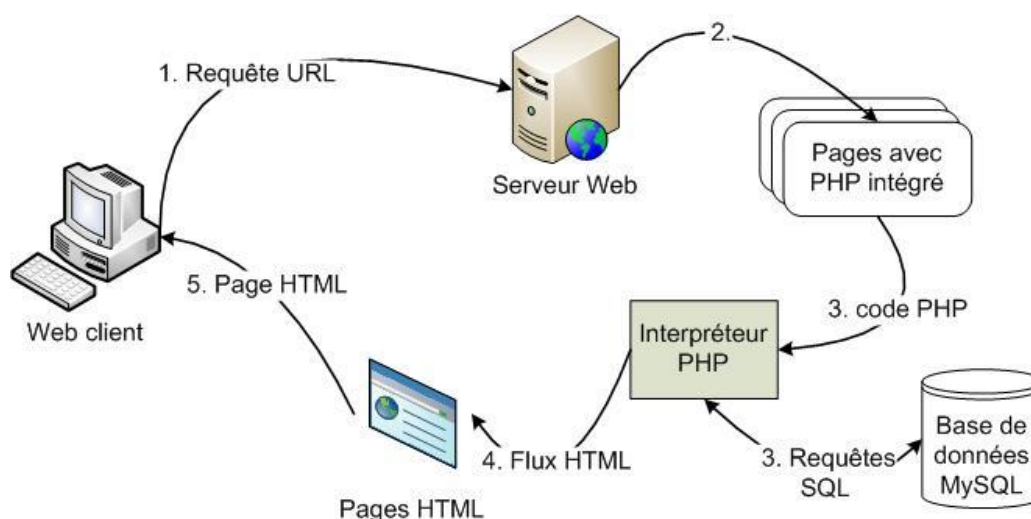


Figure 41 : Fonctionnement du langage PHP [3]

- **JQUERY**



jQuery est un framework JavaScript sous licence libre qui permet de faciliter des fonctionnalités communes de JavaScript.

L'utilisation de cette bibliothèque permet de gagner du temps de développement lors de l'interaction sur le code HTML d'une page web, l'AJAX ou la gestion des événements. JQuery possède par la même occasion l'avantage d'être utilisable sur plusieurs navigateurs web (cf. Internet Explorer, Firefox, Chrome, Safari ou Opéra).

La bibliothèque jQuery possède les fonctionnalités suivantes :

- La manipulation du DOM (HTML ou CSS),
- La gestion des événements (clic, survol, soumettre un formulaire ...),
- L'AJAX,
- L'effet d'animation.

jQuery s'utilise au travers d'un fichier javascript qui peut être inférieur à 100Ko lorsque le code est minifié et compressé en Gzip.

3.3. ETAPES DE LA REALISATION

La réalisation du projet concerne la création d'un outil en ligne comportant des pages d'interfaces. La création des pages consiste à créer des fichiers, en utilisant les différents langages de développement et les associer à une base de données permanente implantée sur un serveur à distance.

3.3.1. Création de la base de données

Après avoir installé WAMPSEVER et établi la connexion offline, on commence à construire la base de données à partir du navigateur, et c'est en ouvrant **phpMyAdmin**, dont nous allons voir ci-après les différentes étapes à suivre [4] [5] [6] [7]:

- i. Créer une nouvelle base de données en cliquant sur « nouvelle base de données ». Puis, nommer la base de données et choisir l'interclassement. Notre base se nomme « **basetest** ».

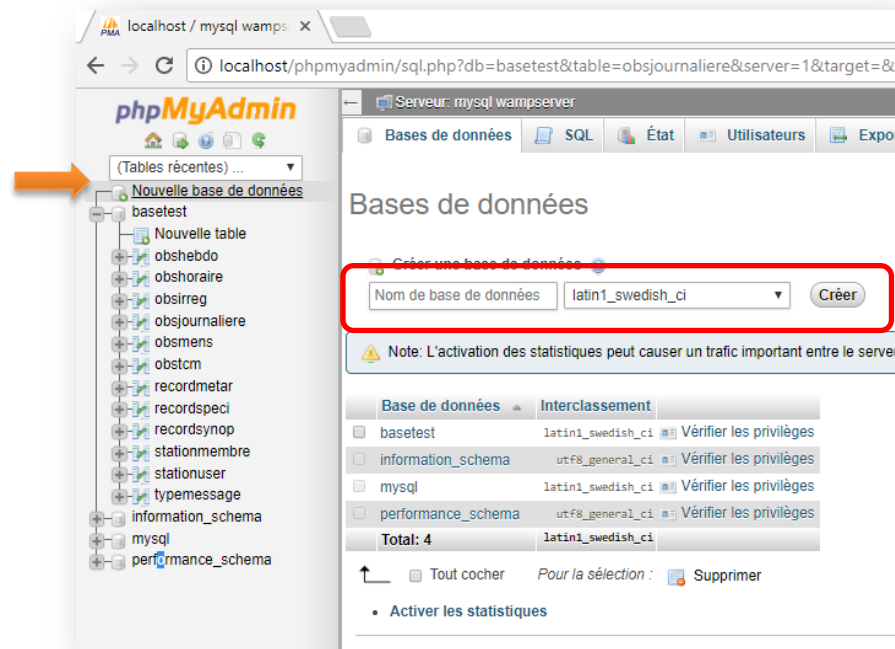


Figure 42 : Création d'une base de données avec phpMyAdmin

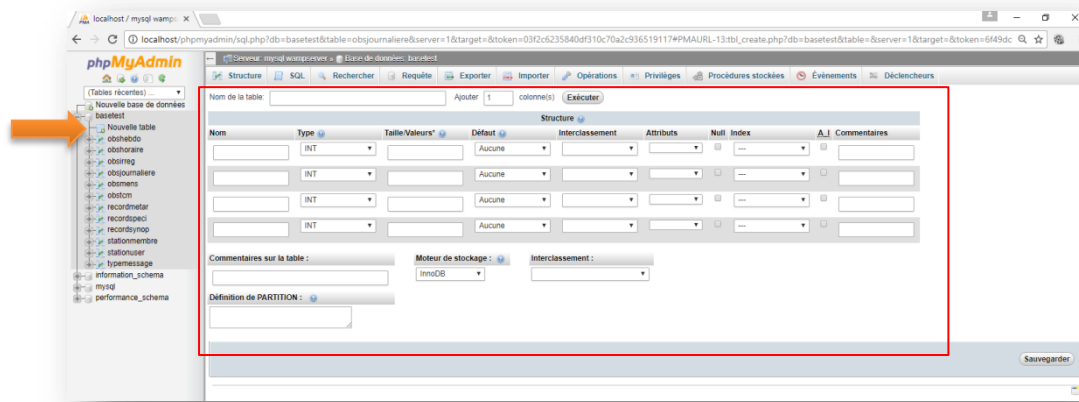


Figure 43 : Création d'une nouvelle table avec phpMyAdmin

- ii. Créer les différentes tables en cliquant sur « nouvelle table » de l'arborescence de la base nommée.
- Puis remplir les différents champs suivants les besoins du projet. Notre cas comporte 12 tables :

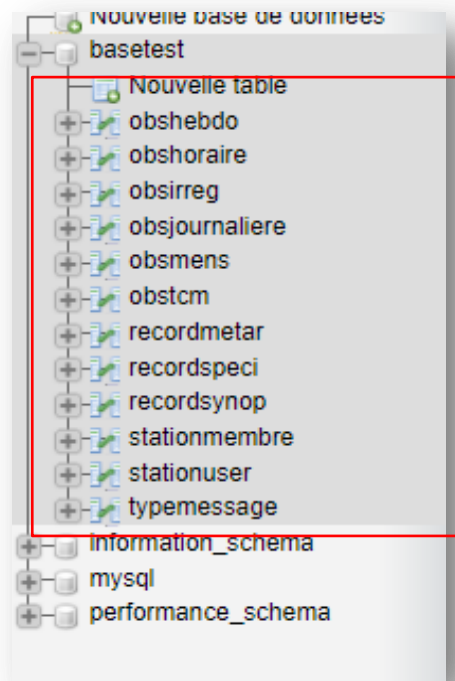


Figure 44 : Liste des tables créées pour WEBDStation

Enfin, notre base de donnée est prête pour stocker les données issues de l'outil mis en ligne, ainsi que de répondre aux différentes requêtes reçues des clients.

En voici, l'aperçu des différentes tables de notre projet. Pour précision, les tables comportent des données provenant d'une ou plusieurs stations inscrites et identifiées par la clé **IndOMM** de chaque station (Voir **Annexe** pour les extraits de codification).

- ✓ **Table obshebdo** : Elle contient les données hebdomadaires.
- ✓ **Table obshoraire** : Elle contient les données d'observations horaires et synoptiques.
- ✓ **Table obsirreg** : Elle contient les données d'observations irrégulières.
- ✓ **Table obsjournaliere** : Elle contient les données journalières.
- ✓ **Table obsmens** : Elle contient les données mensuelles.
- ✓ **Table obstcm** : Elle contient les données du tableau climatologique mensuel, provenant automatiquement des tables **obshoraire** et **obsjournaliere** ainsi que les calculs de totaux et moyennes.
- ✓ **Table recordmetar** : Elle contient les messages METAR codifiés.
- ✓ **Table recordspeci** : Elle contient les messages SPECI codifiés.
- ✓ **Table recordsynop** : Elle contient les messages SYNOP codifiés.
- ✓ **Table stationmembre** : Elle contient les informations des différentes stations inscrites ou membres.
- ✓ **Table stationuser** : Elle contient les différents renseignements des utilisateurs créés par l'administrateur station.
- ✓ **Table typemessage** : Elle contient les noms des codes existants et les tables associées.

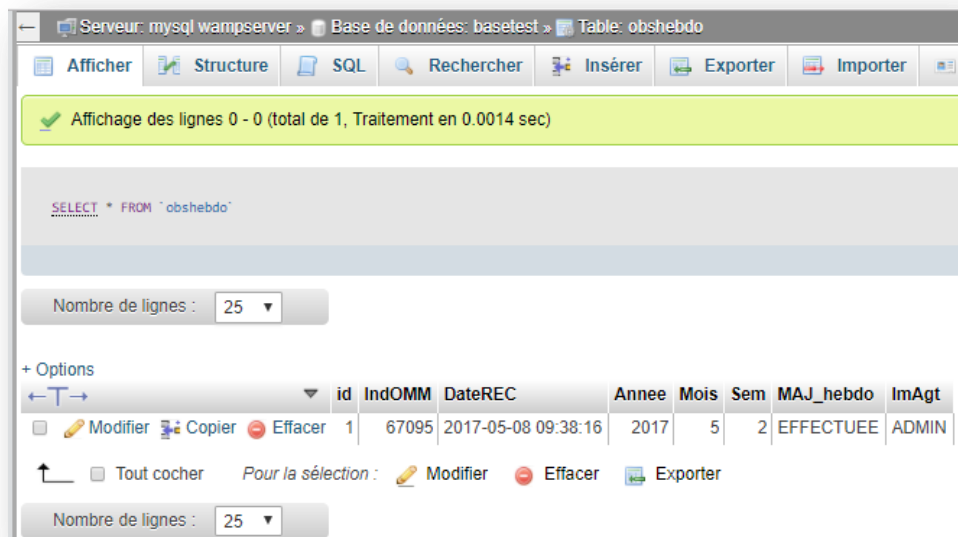


Figure 45 : Aperçu de la table obshebdo

Figure 46 : Aperçu de la table obshoraire

[illegible]

Figure 47 : Aperçu de la table obsirreg

Figure 48 : Aperçu de la table obsjournaliere

Figure 49 : Aperçu de la table obsmens

Figure 50 : Aperçu de la table obstcm

Figure 51 : Aperçu de la table recordmetar

phpMyAdmin

Base de données: basetest

Table: recordspeci

Affichage des lignes 0 - 10 (total de 11, Traitement en 0.0008 sec)

SELECT * FROM 'recordspeci'

Nombre de lignes : 25

Trier sur l'index: Aucune

		id	DateREC	DateRECsec	IndOMM	Jour	Mois	Annee	Heure	Minute	Message	ImAgt
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	310	2017-05-03 06:39:18	1493788358	67095	3	5	2017	6	39	SPECI FMMT 030639Z 25004KT 3000 BR BKN020CB...	SLH
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	311	2017-05-03 06:47:00	1493788820	67095	3	5	2017	6	46	SPECI FMMT 030646Z 25004G25KT 4500 BCFG VCVAT...	SLH
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	312	2017-06-22 17:32:59	1498145579	67095	3	5	2017	3	21	SPECI FMMT 030321Z 18005KT 5000 FEW006 ...	SOLO
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	314	2017-06-22 18:01:14	1498147274	67095	22	6	2017	18	1	SPECI FMMT 221801Z 25025KT 6000 VCTS NSC ...	SOLO
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	315	2017-06-22 18:05:39	1498147539	67095	22	6	2017	18	5	SPECI FMMT 221805Z 12005KT 1000 R19/0040 B...	ADMIN
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	316	2017-06-27 07:40:04	1498542004	67095	27	6	2017	7	37	SPECI FMMT 270737Z 05002KT 2000 BKN006 ...	ADMIN
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	317	2017-06-27 07:51:23	1498542683	67095	27	6	2017	7	51	SPECI FMMT 270751Z 05002KT 5000 NSC 19/1...	ADMIN
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	318	2017-06-27 12:23:22	1498559002	67083	27	6	2017	12	22	SPECI FMMT 271222Z 00009KT /// NSC 17/1...	ADMIN
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	319	2017-06-27 13:01:52	1498561312	67083	27	6	2017	13	1	SPECI FMMT 271301Z 12005KT 3000 BKN020CB ...	RIANALA
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	320	2017-06-27 13:17:49	1498562289	67095	27	6	2017	13	17	SPECI FMMT 271317Z 15025KT /// NSC 27/2...	SOLOHERY
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	321	2017-07-09 05:58:46	1499572726	67095	9	7	2017	5	58	SPECI FMMT 090558Z 02005G16KT 4000 BKN017...	SOLOHERY

Tout cocher Pour la sélection : Modifier Effacer Exporter

Nombre de lignes : 25

Figure 52 : Aperçu de la table recordspeci

phpMyAdmin

Base de données: basetest

Table: recordsynop

Affichage des lignes 0 - 3 (total de 4, Traitement en 0.0006 sec)

SELECT * FROM 'recordsynop'

Nombre de lignes : 25

Trier sur l'index: Aucune

		id	DateREC	DateRECsec	IndOMM	Jour	Mois	Annee	Heure	Message	ImAgt
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	2	2017-06-22 18:29:53	1498148993	67095	22	6	2017	18	AAXX 22184 67095 31940 12510 10210 20194 30...	ADMIN
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	7	2017-06-23 03:50:22	1498182622	67083	23	6	2017	3	AAXX 23034 67083 31830 52505 10139 20137 38...	ADMIN
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	9	2017-06-27 12:30:11	1498559411	67083	27	6	2017	12	AAXX 27124 67083 31956 51506 10172 20107 38...	ADMIN
<input type="checkbox"/>	Modifier Copier Effacer	19	2017-05-03 06:15:56	1493784956	67095	3	5	2017	6	AAXX 03064 67095 11965 51006 10223 20211 ...	ADMIN

Tout cocher Pour la sélection : Modifier Effacer Exporter

Nombre de lignes : 25

Figure 53 : Aperçu de la table recordsynop

Figure 54 shows a screenshot of the phpMyAdmin interface displaying the 'stationmembre' table. The table structure is visible, showing columns like id, nomStation, pays, indOMM, indOACI, pseudo, PwdStat, NomStation, typeuser, and others. The data is displayed in a grid format, showing 25 rows of station members.

Figure 54 : Aperçu de la table stationmembre

Figure 55 shows a screenshot of the phpMyAdmin interface displaying the 'stationuser' table. The table structure is visible, showing columns like id, indOMM, indOACI, pseudo, PwdStat, NomStation, typeuser. The data is displayed in a grid format, showing 5 rows of station users.

	id	indOMM	indOACI	pseudo	PwdStat	NomStation	typeuser
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	28	67083	FMMI	RIANALA	07071978	IVATO AEROPORT INTERNATIONAL	observateur
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	29	67095	FMMT	SOLOHERY	07071978	AMBALAMANASY AEROPORT	observateur
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	30	67095	FMMT	SOLO	123456	AMBALAMANASY AEROPORT INT.	observateur
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	33	67083	FMMI	JOAN1	070778	IVATO AEROPORT INTERNATIONAL	observateur
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	34	67083	FMMI	FITIA	07071978	IVATO AEROPORT INTERNATIONAL	usager
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	35	67095	FMMT	NOMENA	123456	AMBALAMANASY AEROPORT	usager

Figure 55 : Aperçu de la table stationuser

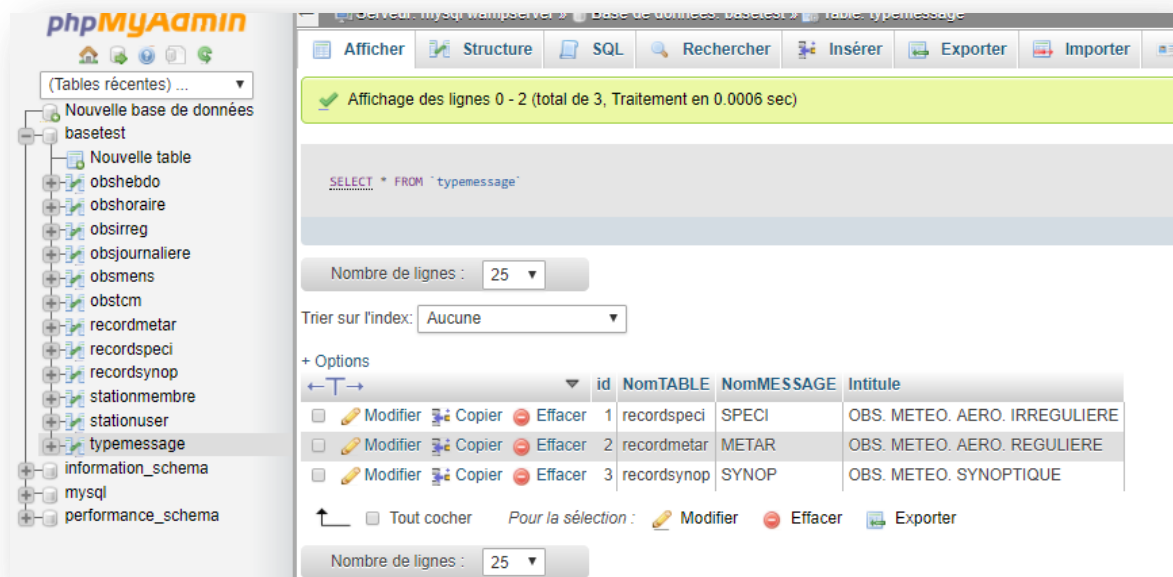


Figure 56 : Aperçu de la table typemessage

3.3.2. Création des fichiers à extension .PHP

Cette partie va nous permettre de présenter les différents fichiers php mis dans le serveur et d'alimenter notre base de données précédemment créées [4] [5] [6] [7].

Les fichiers ayant l'extension .PHP créés sont les suivants :

- ✓ **Index.php** : permet d'afficher la page d'accueil de notre outil en ligne « **WEBDStation** ».
- ✓ **Connexion.php** : permet d'établir la connexion pour un membre (administrateur station/webmaster).
- ✓ **Connexionuser.php** : permet d'établir la connexion pour un utilisateur de type observateur ou usager aéronautique.
- ✓ **indexconnected.php** : affiche la page d'accueil privé du membre authentifié.
- ✓ **SaisieHoraire.php** : affiche le formulaire de saisie des données horaires et synoptiques, et puis l'affectation automatique des données vers les tables **obsjournalière** et **obstcm**.
- ✓ **Saisielrreg.php** : affiche le formulaire de saisie des données irrégulières.
- ✓ **SaisieJournaliere.php** : affiche le formulaire de saisie des données journalières et l'affectation automatique des données saisies vers la table **obstcm**.
- ✓ **SaisieMensuelle.php** : affiche le formulaire de saisie des données mensuelles.
- ✓ **SaisieHebdomadaire.php** : affiche le formulaire de saisie des données hebdomadaires et l'affectation automatique des données saisies vers les tables **obsjournalière** et **obstcm**.
- ✓ **CodifSPECI.php** : permet de codifier le message SPECI à partir des données enregistrées sur la table **obsirreg**.
- ✓ **CodifMETAR.php** : permet de codifier le message METAR à partir des données enregistrées sur la table **obshoraire**.
- ✓ **CodifSYNOP00&03.php** : permet de codifier les messages SYNOP de 00 et 03TU à partir des données stockées sur la table **obshoraire**.
- ✓ **CodifSYNOPautreH.php** : permet de codifier le message SYNOP aux autres heures synoptiques autres que 00 et 03TU.
- ✓ **register.php** : permet d'afficher le formulaire d'inscription d'une nouvelle station membre.
- ✓ **export_METAR.php** : permet de sauvegarder les messages METAR se trouvant sur la table **recordMETAR** dans un fichier .CSV. D'autres fichiers existent tels que **export_SPECI** et **export_SYNOP** et ceux relatifs aux pages TCM.
- ✓ **SynopGRID.php** : permet d'afficher une table de mode grid à laquelle on peut modifier, supprimer et ajouter des données à partir de la table **recordSYNOP**.
- ✓ **Aeroview.php** : permet d'afficher les derniers messages METAR et SPECI disponibles dans la base pour la station d'un utilisateur connecté.

3.3.3. Création d'autres fichiers

- ✓ **script.js** : permet d'afficher la date et heure courant ainsi que d'alerter l'utilisateur connecté du moment de la saisie horaire.
- ✓ **Style.css** : permet de soigner les affichages : polices, couleurs, fond d'écran et emplacements divers.
- ✓ **Aide.pdf** : contient le manuel d'emploi de l'outil **WEBDStation** disponible en ligne.

3.4. PRINCIPALES INTERFACES GRAPHIQUES

Cette partie dénombre la présentation des Scénarios applicatifs de l'application. Nous allons présenter dans ce qui suit, les imprimés-écran des principales interfaces réalisées dans notre outil en ligne.

3.4.1. Interface Client

Dans les paragraphes qui suivent, on expose différentes situations que peuvent rencontrer le client.

3.4.1.1. Page d'Accueil :

C'est la page d'accueil qui s'affiche dès l'accès à notre outil en ligne. Dans cette page, le client peut s'identifier en tapant leur email et mot de passe pour l'administrateur station ou chef de la station, ou bien se connecter en tant qu'observateur ou usager aéronautique en tapant le nom d'utilisateur, l'indicateur OMM de la station, de définir le type de l'utilisateur et saisir le mot de passe. Il peut aussi s'inscrire et même consulter le manuel d'aide.

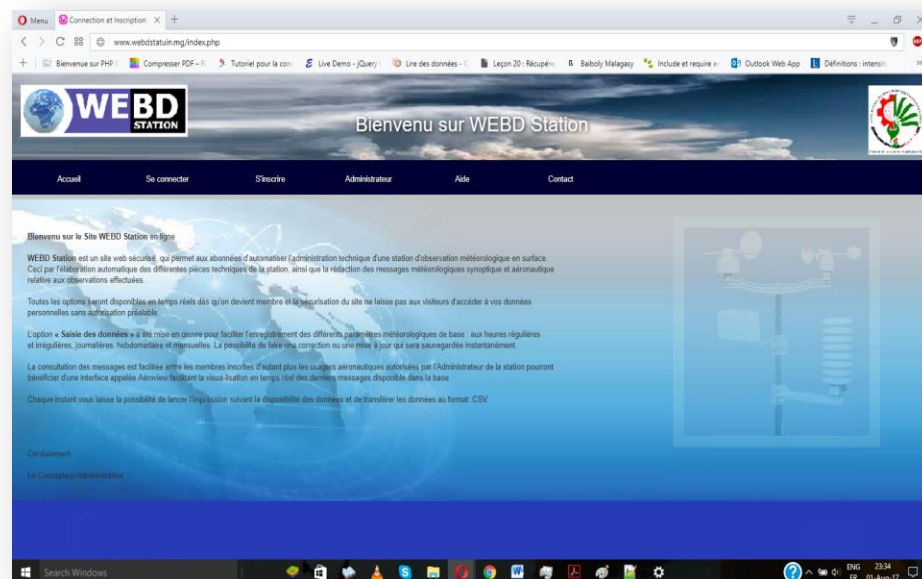


Figure 57 : Aperçu de la page d'accueil

3.4.1.2. Page d'Inscription :

Cette page se trouve dans le menu du page d'accueil, elle permet à tout nouveau client (administrateur station) de s'inscrire dans cette base de données pour pouvoir, par la suite, gérer sa station.

Les champs de saisie contiennent un nombre de caractères minimum et doivent obligatoirement être remplis. Sinon, un message d'erreur va s'afficher et l'inscription reprend. La page n'est validée que si tous les champs de saisie sont conformes aux exigences demandées.

Menu Connection et Inscription x

www.webstation.mg/register.php

Bienvenue sur PHP Compresser PDF - R Live Demo - jQuery Lire des données - C Leçon 20 - Récupérer Saiboly Malagasy Include et require - Outlook Web App Définitions : intensi 40+ Responsive No

INSCRIPTION EN LIGNE :
Veuillez remplir tous les champs afin de valider votre inscription.

Nom de la Station :
Ex : Ivato AEROPORT

Nom du Pays :
Ex : MADAGASCAR

Indicateur OMM :
ex : 67883

Indicateur OACI :
ex : FMMI

Num Plate 1 :
ex : 05

Num Plate 2 :
ex : 07

Latitude de la station :
ex : 17.515

Longitude de la station :
ex : 48.505

Niveau Horaire :
ex : +03

Altitude de la station Z (en m) :
ex : 1274.5

Altitude du baromètre (en m) :
ex : 1278.5

Altitude Minérale de Secteur (en m) :
ex : 1765

Correction de la Pression :
ex : 0.50

Altitude GFC :
ex : 1279.5

Type du Photographe :
ex : Aspel basculeur

Surface du Cylindre :
ex : 2000

Type de l'Anémomètre :
ex : Campbell

Nombre Contacteurs du Circuit :
ex : 6

Hauteur de l'Anémomètre (en m) :
ex : 11

Type de l'Héliographe :
ex : Campbell

Type de l'Évaporimètre :
PICO 6

Seuls des données Climatologiques

Tension de vapeur Moyenne :
ex : 16

Pression Moyenne :
ex : 876.8

Température Moyenne :
ex : 27.5

Température max
Température min
Pression min
Pression max

FMMI.METEO@gmail.com

Enregistrer

Se connecter ici...

Figure 58 : Aperçu de la page inscription

3.4.1.3. Page d'authentification

Il y a deux façons de se connecter à son compte en ligne : la première destinée aux utilisateurs du type observateur et usager aéronautique et la seconde pour les administrateurs de la station et webmaster.

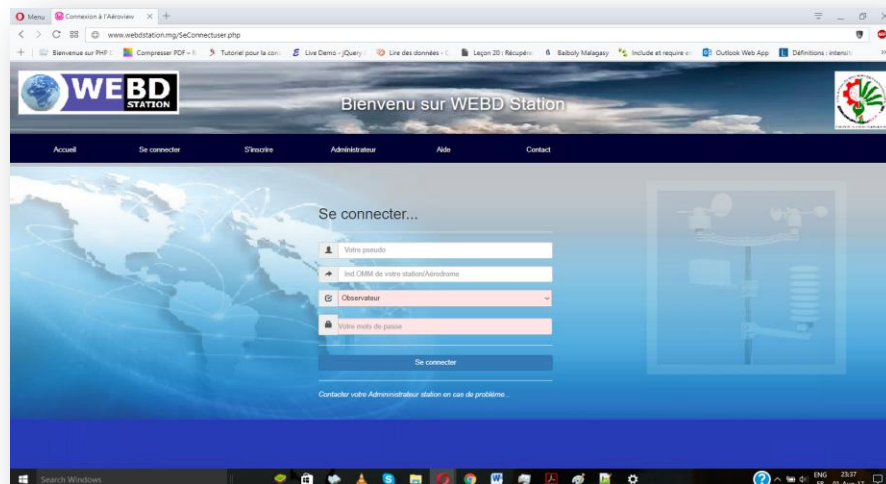


Figure 59 : Aperçu de la page connexion (observateurs/ usagers)

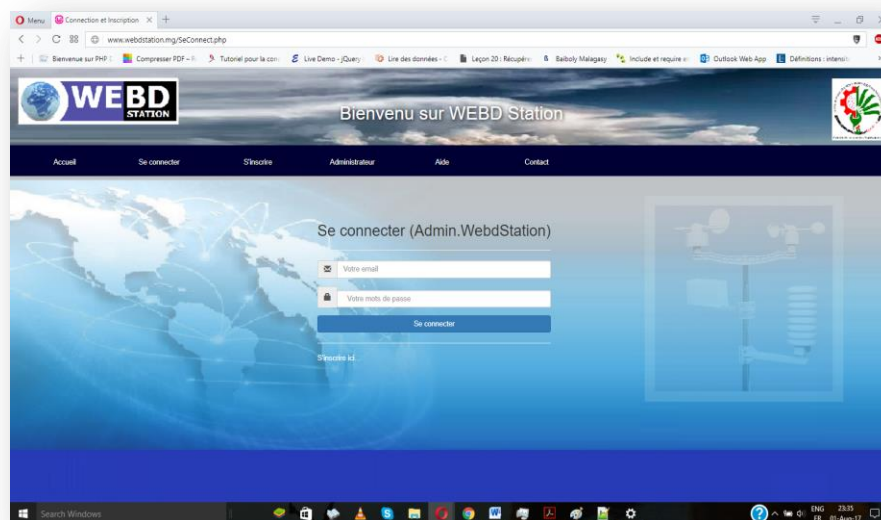


Figure 60 : Aperçu de la page connexion (administrateur et chef de la station)

3.4.1.4. Page d'accueil privé client (Chef de la station et observateur)

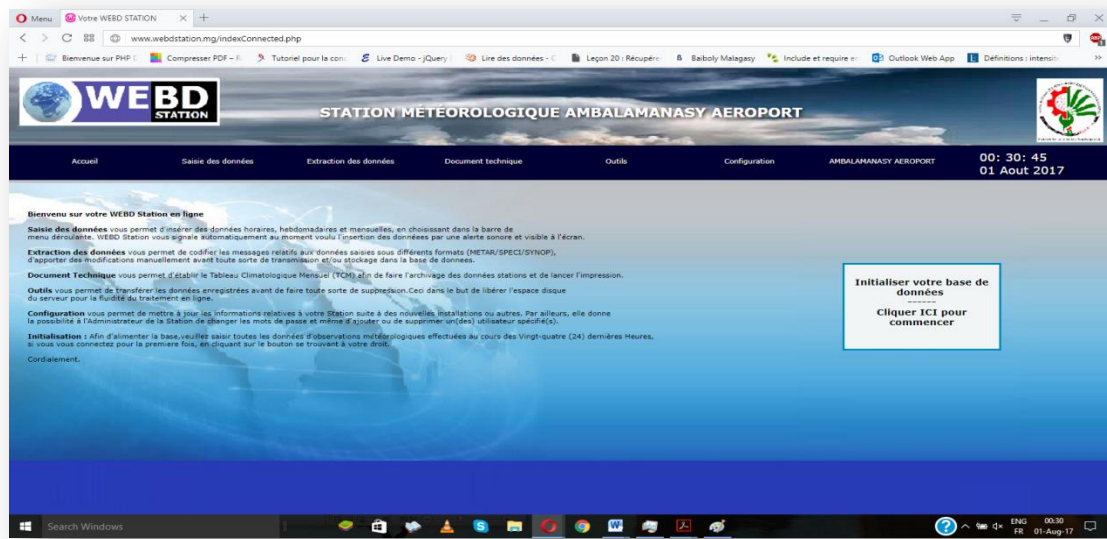


Figure 61 : Aperçu de la page d'accueil privé (Observateur et Chef de la station)

3.4.1.5. Page d'initialisation des données de la base

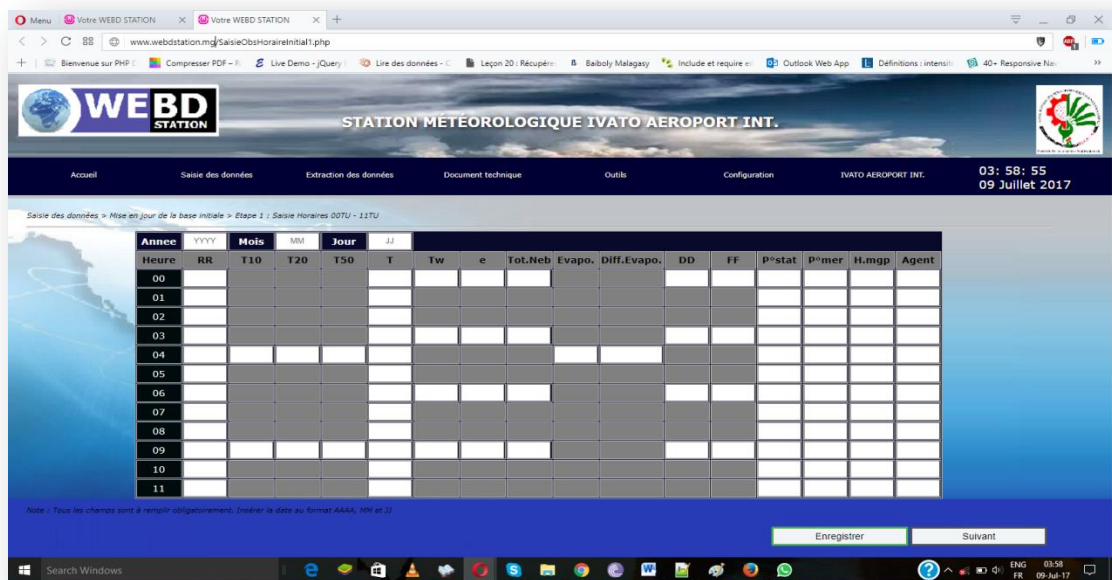


Figure 62 : Aperçu de la page d'alimentation initiale de la base

3.4.1.6. Page de la saisie d'observations (cas horaire et synoptique)

The screenshot shows the 'Saisie des données' (Data Entry) page for the 'STATION MÉTÉOROLOGIQUE AMBALAMANASY AEROPORT'. The interface is divided into several sections for data entry:

- Données Horaire 1:** Fields for wind direction (DD), speed (FF), and visibility (VISI).
- Données Horaire 2:** Fields for temperature (T, T_w), humidity (UU), and other atmospheric parameters.
- Données Synop:** Fields for cloud characteristics (Caractéristiques RRR), cloud type (Genre Nuages), and other synoptic data.
- Données Aéronautiques (Code ARO):** Fields for runway status (N°Piste), visibility (Vis. Min.), and other aviation-related data.

The page includes a navigation bar at the top with links like 'Accueil', 'Saisie des données', 'Extraction des données', etc. The date and time are displayed as 00: 31: 24 on 01 Aout 2017.

Figure 63 : Aperçu de la page de saisie d'observations horaires

3.4.1.7. Page de consultation des messages des autres stations membres

The screenshot shows the 'Consultation - Messages des stations membres' page. It features a search interface with the following fields:

- Nom de la Station:** A dropdown menu showing '67063 IVATO AEROPORT INT'.
- Type Message:** A dropdown menu showing 'METAR'.
- Date DEBUT:** A date field showing '23-Jun-2017 00:00'.
- Date FIN:** A date field showing '23-Jun-2017 23:00'.

The search results are displayed in a box on the right, showing a list of METAR messages for the selected station and date range. The page includes a navigation bar at the top with links like 'Accueil', 'Saisie des données', 'Extraction des données', etc. The date and time are displayed as 10: 11: 21 on 09 Juillet 2017.

Figure 64 : Aperçu de la page de consultation des messages

3.4.1.8. Page de codification de message (cas du METAR)

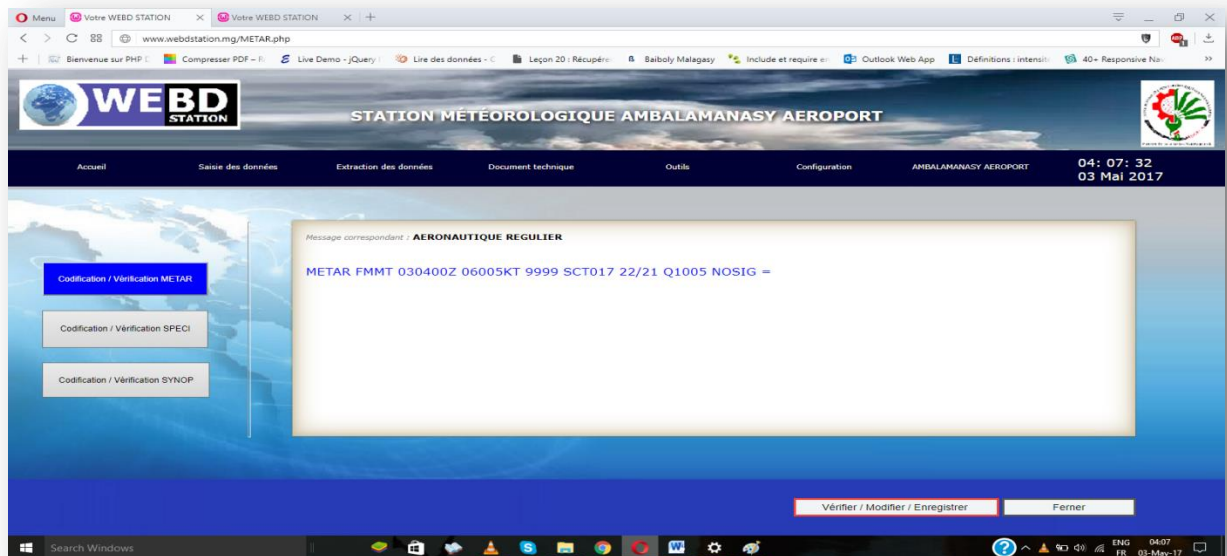


Figure 65 : Aperçu de page de codification de message METAR

3.4.1.9. Page d'impression de TCM

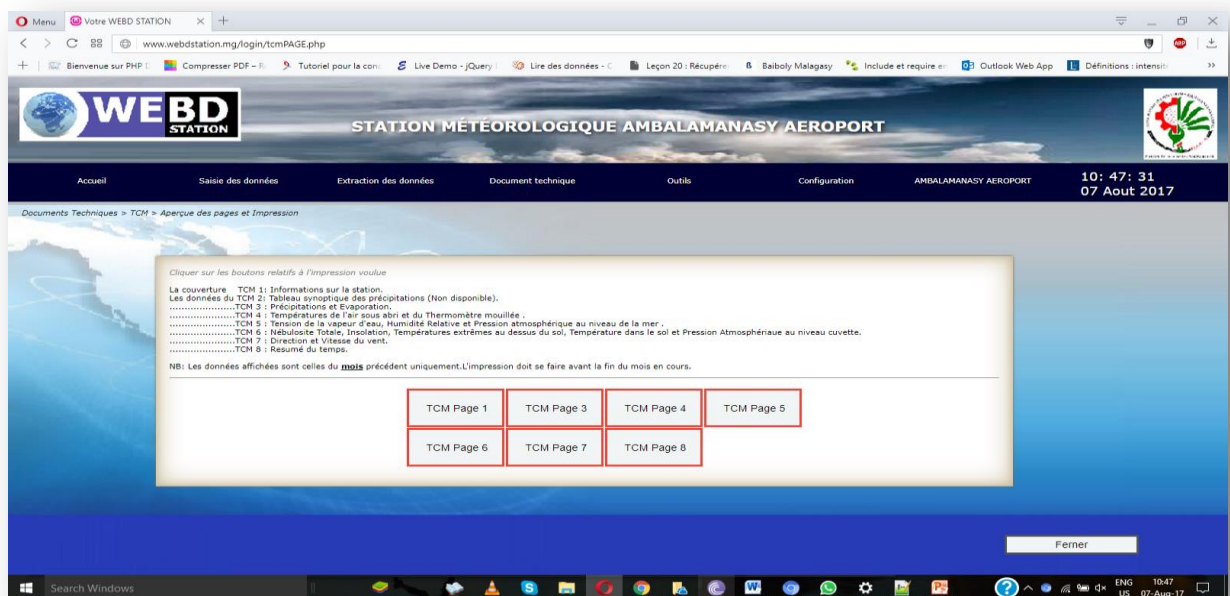


Figure 66 : Aperçu de la page d'impression TCM

Conception et réalisation d'un outil de gestion en ligne des stations d'observations météorologiques à Madagascar



Figure 67 : Aperçu de la page de correction des données

3.4.1.11. Page de transfert des données (cas des messages)

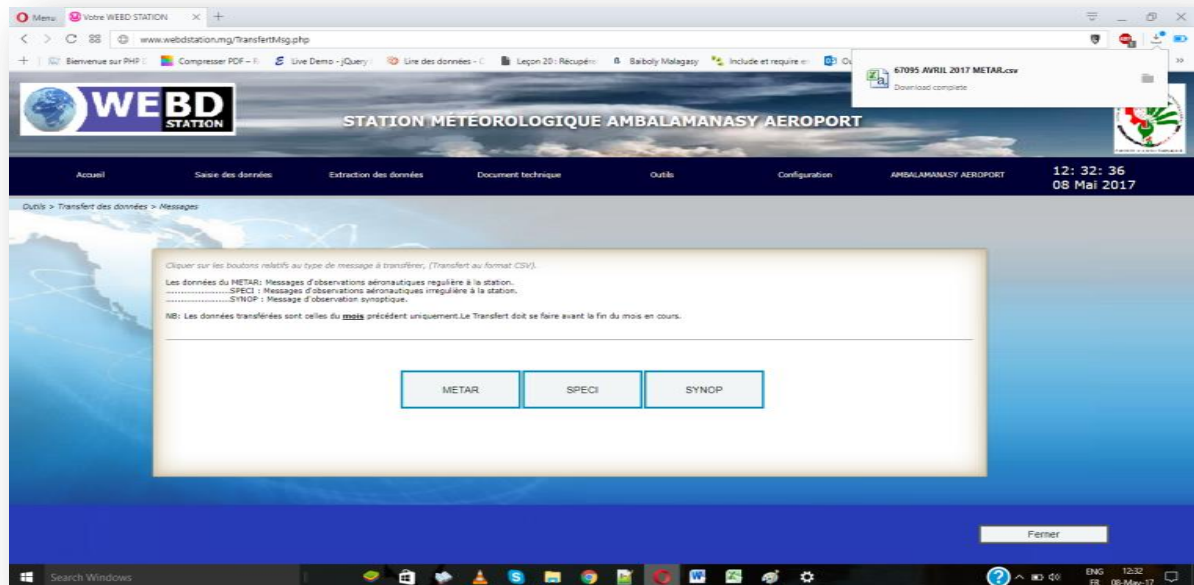


Figure 68 : Aperçu de la page de transfert externe des données messages

3.4.1.12. Page de suppression des données (réservée uniquement au Chef de la station)

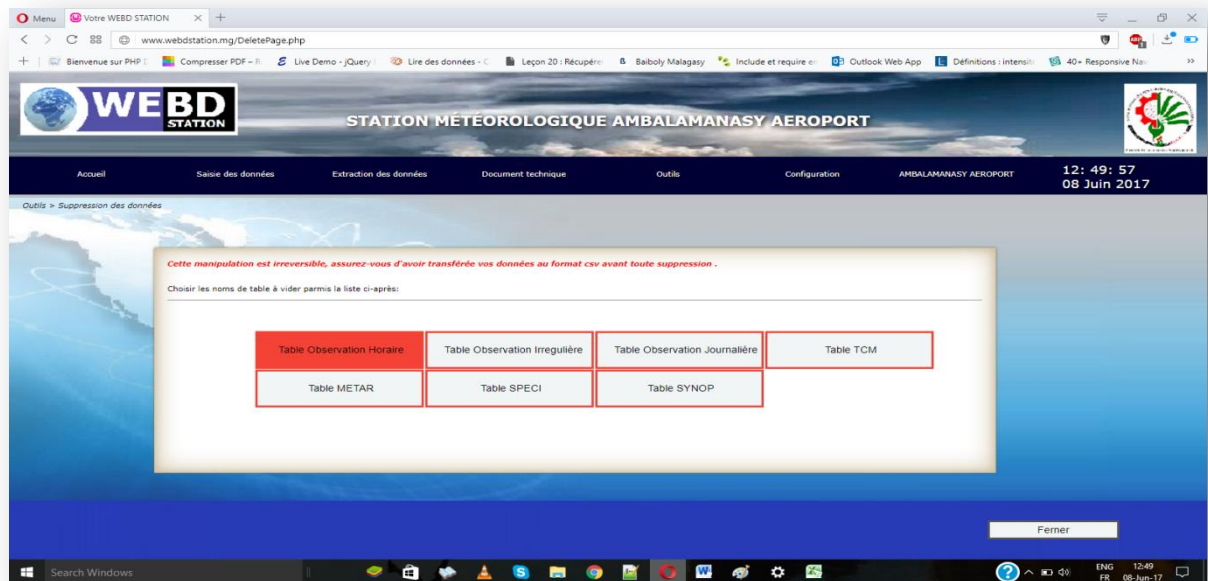


Figure 69 : Aperçu de la page de suppression des données du serveur

3.4.1.13. Page de gestion des membres de la station

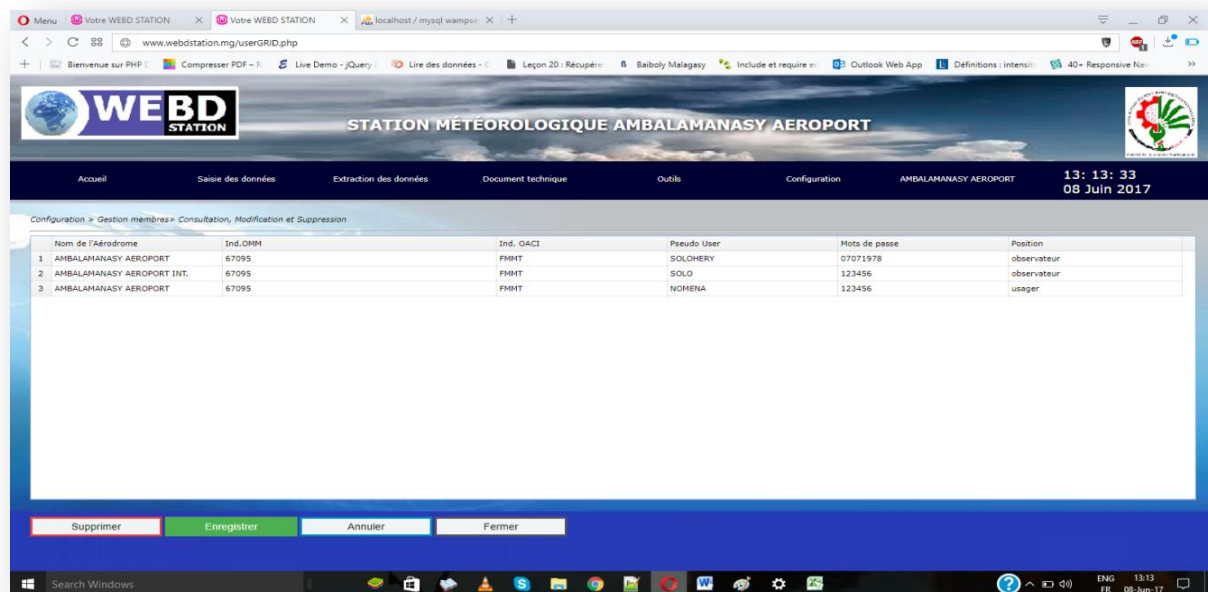


Figure 70 : Aperçu de la page de gestion des membres stations

3.4.2. Interface Administrateur

3.4.2.1. Page d'accueil privé administrateur

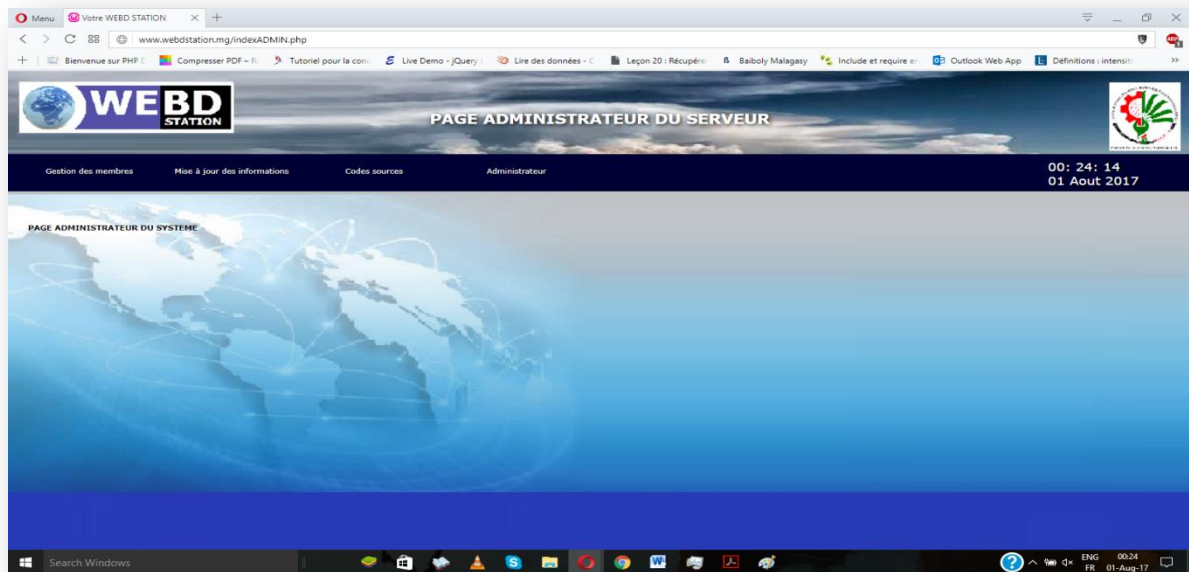


Figure 71 : Aperçu de la page d'accueil privé de l'administrateur

3.4.2.2. Page de gestion de tous les membres

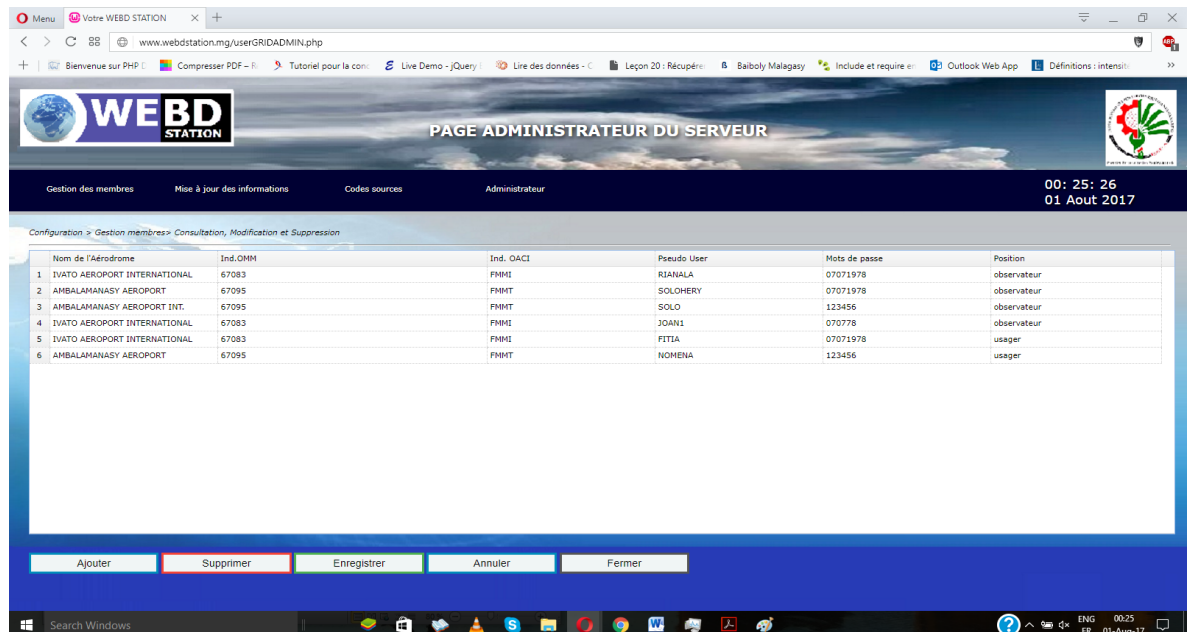


Figure 72 : Aperçu de la page de gestion de tous les personnels membres

3.4.2.3. Page de gestion des stations membres

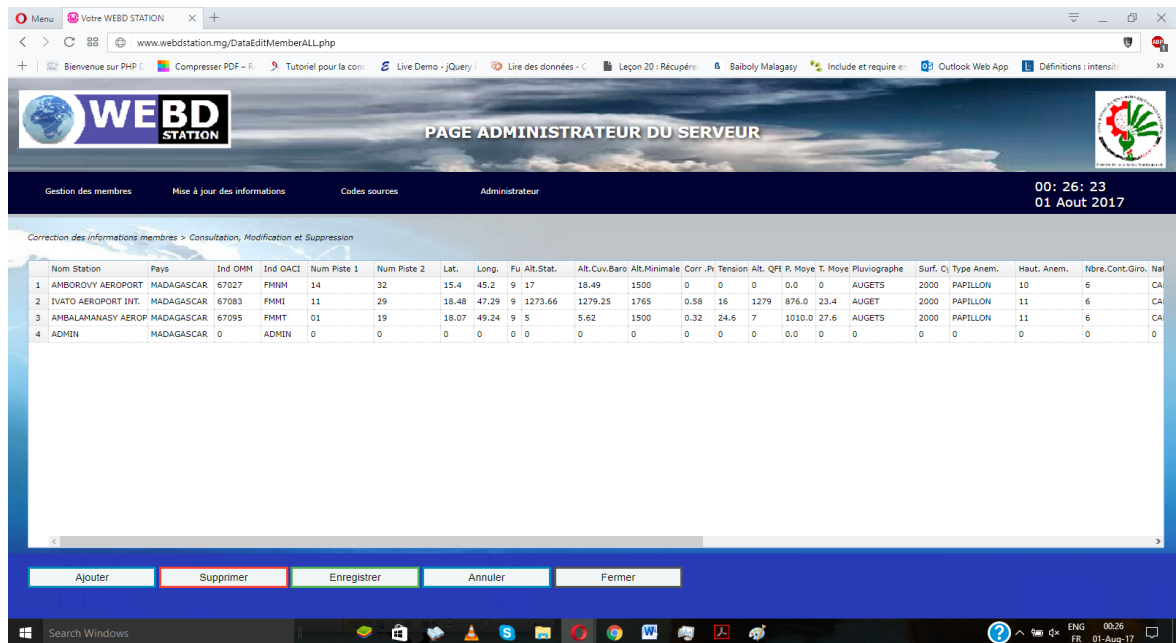


Figure 73 : Aperçu de la page de gestion des stations membres

3.4.2.4. Page de visualisation des codes sources

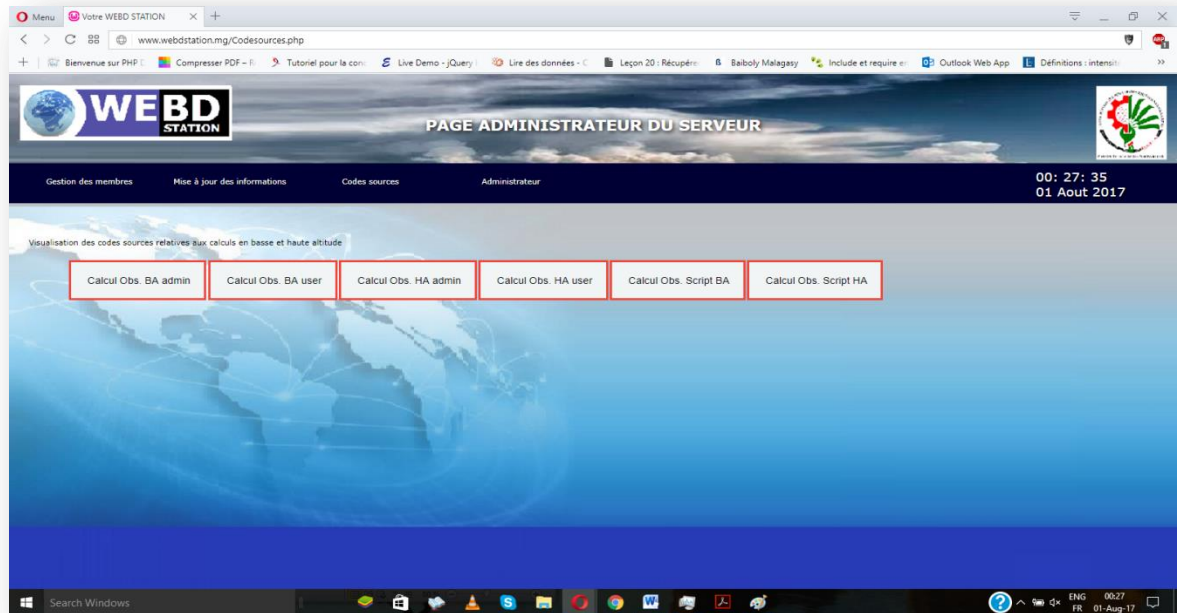


Figure 74 : Aperçu de la page de visualisation des codes sources

3.5. INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET APPORTS DE L'OUTIL EN LIGNE

3.5.1. Interprétations des résultats

Chaque saisie des données d'observations météorologiques régulières, dans la base du serveur, implique une codification des rapports sous la forme des messages METAR. Si celui-ci se coïncide aux heures synoptiques, le système codifie aussi le message synoptique (SYNOP) et assure le stockage des messages dans le serveur. Par contre, si la saisie se fait irrégulièrement, seul le message SPECI peut être obtenu et en même temps stocké dans la base. De part ces enregistrements, l'échange des données entre membres inscrits ne peut se faire qu'avec les messages déjà disponibles et stockés dans le serveur seulement à des dates spécifiées selon les besoins de chacun.

Ci-dessous, la comparaison des résultats des calculs des paramètres dérivés, qui ont été lancés par l'outil en ligne « WEBDStation », avec les enregistrements relevés à la station d'observation de Toamasina : une station de basse altitude à Madagascar (FMMT-67095) (**Tableau 18**).

Les données enregistrées à la station sont les suivantes :

➤ Pour la station de Toamasina :

Form ID												
ID STATION	67095 TOAMASINA											
JOUR	07											
MOIS	03											
ANNEE	2017											
	TTSEC	TEMPWB	HUMREL	TENVP	TD	TTENR	UENR	PREENR	TEMPBA	HBARO	PRESTN	PREMER
00:00	25.3	24.9	97	31.2	24.7	25.2	93	1,005.3	25.1	1,011.2	1,004.7	1,005.4
01:00	26.2	25.7	96	32.6	25.5	26.2	91	1,005.3	24.7	1,011.0	1,004.6	1,005.2
02:00	26.5	26.0	96	33.2	25.8	26.7	92	1,005.4	24.6	1,011.2	1,004.8	1,005.5
03:00	27.0	25.8	90	32.3	25.3	27.2	88	1,005.6	25.1	1,011.4	1,004.9	1,005.6
04:00	28.5	27.6	93	36.2	27.3	28.0	90	1,005.8	27.7	1,012.0	1,005.1	1,005.7
05:00	27.3	26.4	93	33.7	26.0	26.9	92	1,006.5	26.9	1,012.6	1,005.8	1,006.5
06:00	27.7	26.5	91	33.7	26.0	27.5	90	1,007.1	27.8	1,013.5	1,006.6	1,007.2
07:00	28.5	27.0	89	34.5	26.4	28.0	91	1,007.0	27.8	1,013.3	1,006.4	1,007.0
08:00	29.0	27.2	86	34.6	26.5	28.6	86	1,006.8	28.3	1,013.0	1,006.0	1,006.6
09:00	29.5	28.0	89	36.6	27.5	29.0	86	1,006.0	28.8	1,012.3	1,005.2	1,005.9
10:00	28.0	27.3	95	35.5	27.0	27.8	93	1,005.0	29	1,011.2	1,004.1	1,004.7
11:00	26.2	25.2	92	31.3	24.8	25.2	93	1,005.0	28.1	1,010.9	1,004.0	1,004.6
12:00	27.0	25.8	90	32.3	25.3	26.0	92	1,004.5	28.2	1,010.3	1,003.3	1,004.0
13:00	24.5	24.0	96	33.3	25.9	26.4	92	1,005.2	28.2	1,011.4	1,004.4	1,003.4
14:00	25.7	24.8	93	29.4	23.8	23.8	92	1,005.2	28	1,011.3	1,004.4	1,005.1
15:00	26.4	25.4	92	30.6	24.4	24.8	92	1,005.2	28	1,011.3	1,004.4	1,005.0
16:00	26.4	25.4	92	31.6	25.0	25.5	92	1,005.2	28	1,011.3	1,004.4	1,005.0
17:00	26.5	25.5	92	31.8	25.1	25.8	92	1,005.1	28.1	1,011.2	1,004.2	1,004.9
18:00	26.0	25.4	95	32	25.2	25.4	93	1,005.1	28.2	1,011.3	1,004.3	1,005.0
19:00	26.4	25.6	94	32.2	25.3	26.0	92	1,005.0	27.8	1,011.2	1,004.3	1,004.9
20:00	26.2	25.3	93	31.5	24.9	26.0	93	1,004.6	27.8	1,010.8	1,003.9	1,004.5
21:00	26.9	26.0	93	32.9	25.6	26.6	92	1,003.8	28.2	1,010.0	1,003.0	1,003.7
22:00	27.0	26.2	94	33.4	25.9	27.0	92	1,003.7	28.3	1,009.8	1,002.8	1,003.5
23:00	27.3	26.5	94	34	26.2	27.2	92	1,002.8	28.8	1,009.0	1,002.0	1,002.6

Figure 75 : Capture écran de Station-soft : Données d'observations de la station de Toamasina le 07 Mars 2017
(Source ASECNA Madagascar)

En prenant comme exemple les valeurs correspondantes sur la ligne en surbrillance de la **Figure 75**. Et en utilisant l'outil de gestion en ligne « **WEBDStation** », on obtient les résultats suivants par la capture d'écran, au moment de la saisie des données d'observation horaire à 2100TU.

Figure 76 : Capture écran du WEBDStation lors de la saisie horaire à 2100TU

Le tableau suivant nous récapitule les résultats et la validation de notre application sur les paramètres calculés, en se basant sur la « précision souhaitable du point de vue opérationnel » tirée de SUPPLÉMENT A. MESURES ET OBSERVATIONS — de l'Annexe 3 de l'OACI. (**Annexe B**)

Les paramètres	WEBDStation	Station-soft (ASECNA)	Ecart	PRÉCISION SOUHAITABLE DU POINT DE VUE OPÉRATIONNEL	Validation
UU	93%	93%	0	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	OK
e	32.7 hPa	32.9 hPa	0.2	$\pm 0.5\text{hPa}$	OK
Td	25.6°C	25.6°C	0	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	OK
Pstat	1003.2 hPa	1003.0 hPa	0.2	$\pm 0.5\text{hPa}$	OK
Pmer	1003.7 hPa	1003.7 hPa	0	$\pm 0.5\text{hPa}$	OK

Tableau 30 : Résultat et validation des calculs dérivés

En prenant les messages METAR et SYNOP de Toamasina à 2100TU, sur le site d'OGIMET.com, on obtient les messages suivant :

METAR/SPECI from FMMT, Tamatave (Madagascar) .		
SA	07/03/2017 21:00->	METAR FMMT 072100Z 12019KT 7000 -RA FEW007 SCT017CB BKN033 27/26 Q1003=

Figure 77 : Message METAR de Toamasina le 07/03/2017 à 2100TU (source Ogimet.com)

SYNOPS from 67095, Tamatave (Madagascar)		
07/03/2017 21:00->	AAXX 07214	67095 21357 81219 10269 20256 30030 40037 57013 76066 889// 333 60211 82707 81917 84817 87633 94966 95836=

Figure 78 : Message SYNOP de Toamasina le 07/03/2017 à 2100TU (source Ogimet.com)

Quant à notre outil, on obtient les messages METAR/SYNOP suivants:

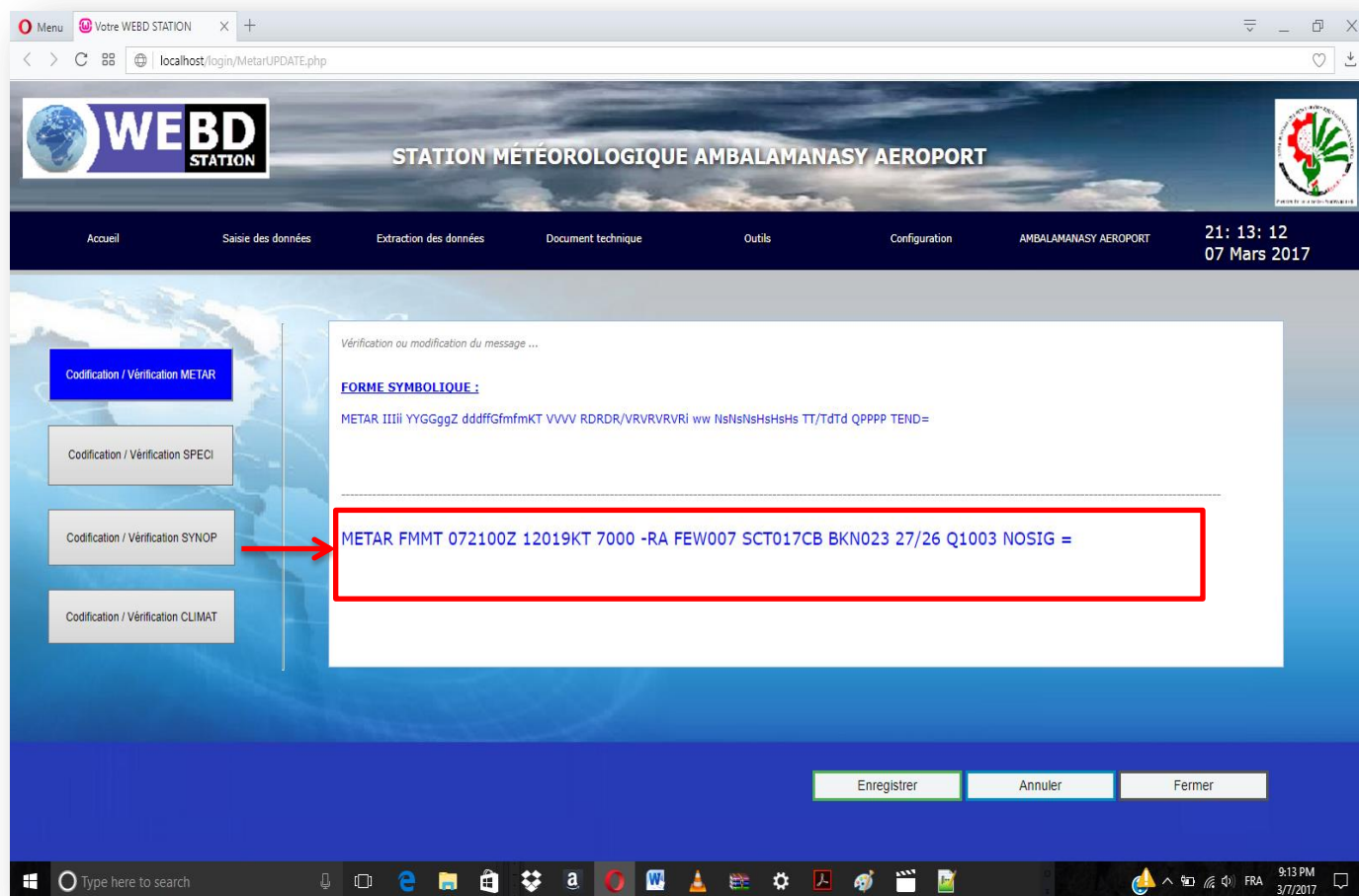


Figure 79 : Capture écran du WEBDStation sur la codification METAR du 07/03/2017 à 2100TU

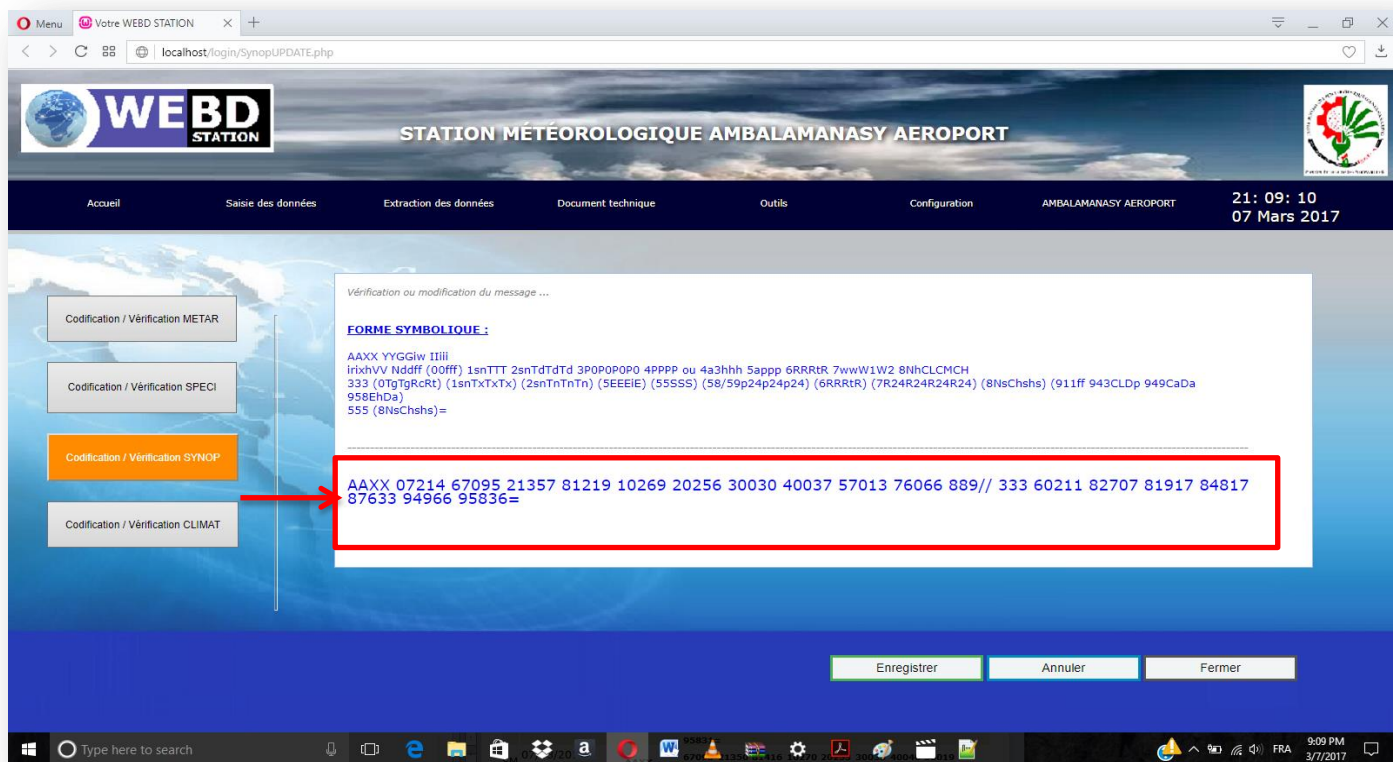


Figure 80 : Capture écran du WEBDStation sur la codification SYNOP du 07/03/2017 à 2100TU

On peut alors conclure que la codification des messages aéronautique et synoptique via notre application **WEBDStation** est conforme vis-à-vis de la recommandation de l'OACI et de l'OMM.

3.5.2. Apports de l'outil en ligne

3.5.2.1. Avantages

WEBDStation permet d'assurer :

- Les calculs des paramètres dérivés sont automatisés ;
- L'apparition des messages d'alerte et d'information avant et/ou après la saisie des données ;
- La combinaison des saisies synoptiques et aéronautiques ;
- La codification normalisée et suit la recommandation de l'OACI et de l'OMM ;
- L'échange des données de type messages entre les stations membres inscrits en ligne ;
- L'exportation des données aux formats PDF et CSV ;
- L'élaboration d'un tableau climatologique mensuel (TCM).

3.5.2.2. Limites

WEBDStation présente des limites d'exploitation :

- L'utilisation de l'outil en ligne nécessite une connexion internet coûteuse à Madagascar, pour l'authentification et afin d'avoir accès à la base sur le serveur.
- Le tableau climatologique n'est pas encore finalisé au terme des calculs mensuels (sommés des totaux).

3.6. PERSPECTIVES

Le projet pourrait être amélioré par l'ajout d'autres fonctionnalités comme :

- La codification des rapports climatologiques CLIMAT de la station après les différents calculs des sommes des totaux et moyennes ;
- La codification des messages agrométéorologiques AGMET (*Applied Agricultural Meteorology*) ;
- L'affichage graphique des résultats d'analyse de la variation diurne des paramètres météorologiques enregistrés ;
- La statistique des échanges existants entre les stations membres ;
- L'intégration d'un outil de communication permanent entre les stations membres connectées (FORUM ou message instantané) ;
- Interconnexion de l'outil en ligne via internet avec le bureau de collecte des données OPMET afin de faire une large diffusion internationale des produits sortants de chaque station membre.

CONCLUSION GENERALE

Le projet intitulé « Outil de gestion en ligne des stations d'observations météorologiques à Madagascar » dénommé WEBDStation consiste à la conception et à la réalisation d'une plateforme en ligne destinée à la gestion des stations d'exploitations météorologiques à Madagascar. Contrairement à la majorité des travaux existants sur le marché qui offrent des fonctionnalités limitées sur un seul ordinateur et nécessitent d'énorme financement, ce système a été réalisé afin de permettre à la fois la saisie des données, la codification selon les normes et la recommandation de l'OACI et de l'OMM, et offre la possibilité de stocker les données sous forme numérique que papier par le biais d'une impression. Par ailleurs, sa facilité d'échanger des données entre les stations membres appuient à l'objectif de la DGM d'assurer une meilleure assistance météorologique au service du public que des entités spécialisées.

En ce qui concerne la démarche, nous avons en premier lieu effectué une phase d'étude des différents outils existants et en vigueur aux services météorologiques de Madagascar (Météo Nationale et ASECNA). En deuxième lieu, nous avons spécifié notre application pour discerner les fonctionnalités. En troisième lieu, nous avons procédé à sa conception ainsi qu'aux choix pour sa réalisation avec la modélisation UML. Enfin, nous l'avons mise en œuvre. Toutes les fonctionnalités décrites dans l'objectif initial ont été développées et validées.

L'application est opérationnelle et accompagnée d'un manuel d'utilisation comme une documentation technique nécessaire à son exploitation pour une future mise en œuvre, sans tenir compte de l'endroit à laquelle la station se situe que ce soit en haute ou en basse altitude dans la grande île.

Malgré les différents avantages de l'outil, les perspectives restent à faire pour mieux offrir plus de communication, plus de normalité et de manipulation des données observées.

WEBOGRAPHIE

- [1] https://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/terminologie_sec_aerienne/fiches/altitude_m~15~de_secteur.html
- [2] <https://aerodidact.enm.meteo.fr>
- [3] <http://www.infowebmaster.fr/tutoriel/>
- [4] <https://openclassrooms.com/courses>
- [5] <http://www.w3school.com>
- [6] <http://www.php.net>
- [7] https://craym.eu/tutoriels/mysql/php_my_admin.html
- [8] <http://www.vaisala.fr/>
- [9] <http://www.degreane-horizon.com>
- [10] <http://www.meteomadagascar.mg>
- [11] <http://www.ogimet.com>

BIBLIOGRAPHIE

- [12] *Annexe 3 de l'OACI 19ième édition du Juillet 2016: « Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale ».*
- [13] *Manuel d'observations météorologiques de surface, Service météorologique du Canada Septième édition, Modification 19 Avril 2015.*
- [14] *Manuel des codes « Codes internationaux », VOLUME I.1, OMM-N° 306 édition 2009.*
- [15] *Règlement technique Documents de base N° 2 Volume II – Assistance météorologique à la navigation aérienne Internationale, OMM-N° 49.*
- [16] *Abréviation OACI et codes, Doc N°8400 de l'OACI DE LA 7e édition, de 2007.*
- [17] *Indicateur d'emplacement OACI, Doc 7910/137, édition 137 de 2010.*
- [18] *Règlementation Aéronautique à Madagascar RAM-7.06 - Unités de Mesures, Annexe à la Décision N°186/DG.ACM/DANA/DANA/D-NA du 13 mars 2013.*
- [19] *Manuel OPMET ASECNA.*
- [20] *Manuel des emplois du service exploitation de la météorologie ASECNA.*
- [21] *Notice d'exploitation de la météorologie NOTEM ASECNA.*
- [22] *La publication OMM-N° 5442.*
- [23] *Note Technique N° 61, Publication N° 154 TP. 74, de l'OMM.*
- [24] *Guide des Instruments et des Observations Météorologiques de l'OMM-N°8.*
- [25] *Note de cours « les «outils de travail des observateurs météorologiques ». CELICA MET ASECNA Ivato.*
- [26] *Le processus unifié de développement logiciel par : I. Jacobson, G. Booch et J. Rumbaugh, 2000.*
- [27] *Note de cours « Observations et Codes », Département Météorologie EAMAC Niamey, Bernard ITOBA*

ANNEXES

ANNEXE A

Tableaux récapitulatifs des enregistrements des données d'observations météorologiques

Tableau 31 : Les enregistrements des données d'observations météorologiques

Observations	Types	Jour/Heures UTC correspondantes	Les données relevées et enregistrées	Format/Supports d'enregistrements existants
Horaires (régulières)	Observations météorologiques	00,01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08,09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18,19 20, 21, 22,23	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilité, - Temps présent et passé, - Etat du ciel (type des nuages et nébulosités) - Vents (direction et force), - Précipitations (hauteurs), - Températures et humidités (température sèche lue et enregistrée, température mouillée, point de rosée, tension de vapeur et humidité relative), - Pressions (lues, enregistrées et calculées). 	Carnet d'observation TCM Message Synoptique Message aéronautique
	Observations climatologiques	04,09 et 14	<ul style="list-style-type: none"> - Evaporation (sous abri et bac classe A) - Température dans le sol - Quantité et durée de précipitation 	Carnet d'observation TCM
Semi-Horaires (irrégulières)	Observations météorologiques	Non définit (critères remplies à t quelconque)	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilité, - Temps présent et passé, - Etat du ciel (type des nuages et nébulosités) - Vents (direction et force), - Températures et humidités (température sèche, lue et enregistrée, température mouillée, point de rosée, tension de vapeur et humidité relative), - Pressions (lues, enregistrées et calculées). 	Carnet d'observation Message aéronautique
Synoptique	Observations météorologiques	00, 03, 06, 09, 12, 15,18 et 21	<ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques des précipitations (Caractéristique, intensité et durée). - Propriétés des nuages à extension verticale (nature, inclinaison et direction). - Phénomène cyclonique existant. 	Message Synoptique

Tableau 32: Les enregistrements des données d'observations météorologiques (suite)

Observations	Types	Jour/Heures UTC correspondantes	Les données relevées et enregistrées	Format/Supports d'enregistrements existants
<i>Journalière</i>	Observations climatologiques	04,09 et 14	<ul style="list-style-type: none"> - Vent maximal - Humidités relatives (minimale et maximale) - Hauteur minimale des nuages - Insolation (durée) - Températures extrêmes (Maximales et minimales au sol et sous abri) 	Carnet d'observation TCM Message Synoptique
<i>Journalière</i>	Observations climatologiques	(J + 1) à 03	<ul style="list-style-type: none"> - Résumé du temps 	TCM
	Observations météorologiques	Lundi	<ul style="list-style-type: none"> - Pressions extrêmes 	Carnet d'observation
<i>Hebdomadaire</i>	Observations météorologiques	Lundi	<ul style="list-style-type: none"> - Pressions extrêmes - Humidités extrêmes 	Carnet d'observation
<i>Mensuelle</i>	Observations climatologiques	Première semaine du mois suivant	<ul style="list-style-type: none"> - Quintile - Période la plus sèche du mois - Normale de l'insolation - Caractéristique dominante du mois 	Message agrométéorologique

ANNEXE B

MESURES ET OBSERVATIONS

PRÉCISION SOUHAITABLE DU POINT DE VUE OPÉRATIONNEL

PRÉCISION SOUHAITABLE DU POINT DE VUE OPÉRATIONNEL
SUR LES MESURES ET LES OBSERVATIONS
(Annexe 3 de l'OACI édition de Juillet 2016)

<i>Éléments à observer</i>	<i>Précision souhaitable du point de vue opérationnel</i>
Vent de surface moyen	Direction : $\pm 10^\circ$ Vitesse : jusqu'à 5 m/s (10 kt) : $\pm 0,5$ m/s (1 kt) Au-delà de 5 m/s (10 kt) : ± 10 %
Variations par rapport au vent de surface moyen	± 1 m/s (2 kt) pour les composantes longitudinale et transversale
Visibilité	Jusqu'à 600 m : ± 50 m Entre 600 et 1 500 m : ± 10 % Au-delà de 1 500 m : ± 20 %
Portée visuelle de piste	Jusqu'à 400 m : ± 10 m Entre 400 et 800 m : ± 25 m Au-delà de 800 m : ± 10 %
Nébulosité	± 1 octa
Hauteur des nuages	Jusqu'à 100 m (330 ft) : ± 10 m (33 ft) Au-delà de 100 m (330 ft) : ± 10 %
Température de l'air et température du point de rosée	± 1 °C
Valeur de la pression (QNH, QFE)	$\pm 0,5$ hPa

Table des matières

LISTE DES FIGURES	i
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES ABRÉVIATIONS	iv
INTRODUCTION GENERALE	1
PREMIERE PARTIE : LES OBSERVATIONS	3
CHAPITRE I : LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES.....	3
1.1 GENERALITES.....	3
1.2 OBSERVATION METEOROLOGIQUE	3
1.2.1 Définition.....	3
1.2.2 Catégories des observations	3
1.3 OBSERVATION EN SURFACE	4
1.3.1 Classification des méthodes d’observation	4
1.3.2 La station météorologique.....	5
1.3.3 La station synoptique en surface	5
1.3.4 Equipement.....	6
1.3.5 Constantes de la station.....	6
1.4 HEURES D’OBSERVATIONS.....	7
1.5 ÉCHANGE DES RENSEIGNEMENTS METEOROLOGIQUES ET NOTION DE RESEAU	8
CHAPITRE II : LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES EN SURFACE.....	9
2.1. OBSERVATIONS REGULIERES (HORAIRE ET SYNOPTIQUES)	9
2.1.1. Généralités.....	9
2.1.2. Observations prescrites	9
2.1.3. Timing.....	9
2.1.4. Contenus	10
2.2. OBSERVATIONS IRREGULIERES	11
2.2.1. Généralités.....	11

2.2.2.	Observations prescrites	11
2.2.3.	Contenus	11
2.3.	OBSERVATIONS AERONAUTIQUES.....	12
2.3.1.	Généralités.....	12
2.3.2.	Timing.....	12
2.3.3.	Contenus	12
2.4.	OBSERVATIONS JOURNALIERES	13
2.4.1.	Généralités.....	13
2.4.2.	Timing.....	13
2.4.3.	Contenus	13
2.5.	OBSERVATIONS HEBDOMADAIRES	14
2.5.1.	Généralités.....	14
2.5.2.	Contenus	14
2.6.	OBSERVATIONS MENSUELLES.....	15
2.6.1.	Généralités.....	15
2.6.2.	Contenus	15
2.7.	DIFFERENTS POSTES EXISTANTS DANS UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE ET L'USAGER AERONAUTIQUE.....	15
2.7.1.	L'observateur météorologique	15
2.7.2.	L'administrateur station ou le Chef de la station.....	16
2.7.3.	L'utilisateur aéronautique	16
CHAPITRE III : LES PARAMETRES METEOROLOGIQUES.....		17
3.1.	GENERALITES.....	17
3.2.	PARAMETRES LUS ET ESTIMES.....	17
3.2.1.	Les vents.....	17
3.2.2.	La visibilité.....	18
3.2.3.	Les phénomènes (Temps présent et passé).....	18
3.2.4.	Les nuages.....	19
3.2.5.	Les précipitations	20
3.2.6.	Les températures	20

3.2.7.	La pression atmosphérique.....	21
3.2.8.	L'évaporation	21
3.2.9.	L'insolation.....	22
3.3.	PARAMETRES DERIVES ET MODE DE CALCULS	22
3.3.1.	Définitions	22
3.3.2.	Unités et échelles.....	23
3.3.3.	Détermination de la valeur des pressions réduites, l'altitude géopotentielle, les pressions QNH et QFE	23
3.3.4.	Détermination du point de rosée, de la tension de vapeur et de l'humidité relative	27
3.4.	AUTRES RENSEIGNEMENTS PROPRES A L'AERONAUTIQUE.	28
CHAPITRE IV : LA METHODE DE STOCKAGE DES DONNEES METEOROLOGIQUES.....		29
4.1.	INTRODUCTION	29
4.2.	OUTILS UTILISES	29
4.3.	METHODE D'ENREGISTREMENTS DES DONNEES DANS UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE.....	30
4.3.1.	Méthode de stockage des données météorologiques actuelles	30
4.3.2.	Les données d'observations horaires et synoptiques.....	30
4.3.3.	Les données d'observations irrégulières	30
4.3.4.	Les données d'observations journalières	31
4.3.5.	Les données d'observations mensuelles	31
4.3.6.	Les données du tableau climatologique mensuel.....	31
DEUXIEME PARTIE : LES PRODUITS SORTANTS D'UNE STATION D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE.....		33
CHAPITRE I : LE MESSAGE SYNOPTIQUE (SYNOP)		33
1.1.	GENERALITES.....	33
1.2.	FORME SYMBOLIQUE.....	33
1.3.	NOTIONS SUR LES CODES.....	33
1.4.	EXEMPLES.....	41
CHAPITRE II : LES MESSAGES AERONAUTIQUES		42
2.1.	GENERALITES.....	42

2.2.	MESSAGES RÉGULIERS (METAR) ET IRREGULIERS (SPECI)	42
2.2.1.	Définitions	42
2.3.	FORME SYMBOLIQUE.....	43
2.4.	NOTIONS SUR LES CODES.....	43
2.4.1.	Partie observation météorologique aéronautique	43
2.4.2.	Partie prévision ou TENDANCE.	47
2.5.	EXEMPLES.....	47
CHAPITRE III : LE TABLEAU CLIMATOLOGIQUE MENSUEL (TCM).....		48
3.1.	GENERALITES.....	48
3.2.	LES DIFFERENTS CONTENUS D’UN TCM.....	48
TROISIEME PARTIE : REALISATION DU PROJET		52
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET		52
1.1.	INTRODUCTION	52
1.2.	PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE	52
1.3.	PRESENTATION DU PROJET.....	54
1.3.1.	Qu’est-ce qu’une gestion de données en ligne ?.....	54
1.3.2.	L’objectif.....	55
1.3.3.	Etude de l’existant	55
1.3.4.	Critiques de l’existant	57
1.3.5.	Solutions.....	57
1.4.	CONCLUSION.....	58
CHAPITRE II : ANALYSE ET CONCEPTION		59
2.1.	INTRODUCTION	59
2.2.	NOTION SUR L’UML (UNIFIED MODELING LANGUAGE)	59
2.2.1.	Les différents diagrammes d'UML	59
2.2.2.	Pourquoi la méthode UML ?	59
2.2.3.	Processus Unifié	60
2.3.	PHASE D’ANALYSE	60
2.3.1.	Identification des acteurs.....	60

2.3.2.	Architecture	61
2.4.	PHASE DE CONCEPTION	63
2.4.1.	Le dictionnaire des données	63
2.4.2.	Présentation des différents diagrammes relatifs au projet.....	72
2.4.3.	Maquette de l’outil en ligne.....	92
2.5.	CONCLUSION.....	94
CHAPITRE III : REALISATION		95
3.1.	INTRODUCTION	95
3.2.	ENVIRONNEMENTS DE DEVELOPPEMENT	95
3.2.1.	Environnement matériel	95
3.2.2.	Environnements logiciels et langages	95
3.3.	ETAPES DE LA REALISATION	98
3.3.1.	Création de la base de données.....	98
3.3.2.	Création des fichiers à extension .PHP	107
3.3.3.	Création d’autres fichiers.....	108
3.4.	PRINCIPALES INTERFACES GRAPHIQUES.....	108
3.4.1.	Interface Client.....	108
3.4.2.	Interface Administrateur.....	116
3.5.	INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET APPORTS DE L’OUTIL EN LIGNE.....	118
3.5.1.	Interprétations des résultats	118
3.5.2.	Apports de l’outil en ligne	121
3.6.	PERSPECTIVES	122
Conclusion GENERALE.....		123
WEBOGRAPHIE.....		124
BIBLIOGRAPHIE		124
Annexes.....		A
TABLE DES MATIERES.....		G

**TITRE : CONCEPTION ET REALISATION D'UN OUTIL DE GESTION EN LIGNE DES STATIONS
D'OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES A MADAGASCAR**

Nom : RANDRIAMPARANY
Prénom : Solohery
Nombre de pages : 149
Nombre de tableaux : 32
Nombre de figures : 80
Nombre d'annexes : 02
Rubrique : INFORMATIQUE



RESUME

La présente étude se rapporte à la conception et à la réalisation d'un outil de gestion en ligne des stations d'observations météorologiques à Madagascar.

L'ouvrage consiste à créer une base de données sécurisée en ligne, qui permettra aux différentes stations d'observations météorologiques appartenant à la DGM de bénéficier d'un stockage en ligne des données, des échanges simplifiés des messages d'observations aéronautique et synoptique dans le respect de la recommandation de l'OACI et de l'OMM, à moindre coût.

La réalisation de ce projet a été faite grâce à la modélisation UML et l'usage des différents logiciels : WAMPSEVER qui embarque MySQL, PHP, Javascript etc. Pourtant, des projets d'évolution peuvent être envisagés dans l'avenir.

Mots clés : Base de données en ligne, Outils de gestion à la station d'observation météorologique, METAR/SPECI, SYNOP et TCM.

ABSTRACT

This study relates to the design and implementation of an on-line management tool for meteorological observation stations in Madagascar.

The aim is to create a secure on-line database, which will enable the different meteorological observation stations belonging to the DGM, to benefit from online data storage, simplified exchanges of aeronautical and synoptic observation messages in compliance with the recommendation of ICAO and WMO at a lower cost.

The realization of this project was using UML modeling and different software as WAMPSEVER which embeds MySQL, PHP, and Javascript etc. However, plans for future developments may be considered.

Keys words: Online database, Management tools for meteorological observation station, METAR / SPECI, SYNOP and TCM.

DIRECTEUR DE MEMOIRE : Maître de Conférences, Monsieur RAKOTOVAZAHIA Olivier

Adresse de l'auteur : LOT 099 A Bis Ambohibao Antananarivo 105 – Madagascar

Téléphone de l'auteur : +261 33 23 378 07

E-mail de l'auteur : randriamparanys@gmail.com