

- Il y a un manque de radiosondage dans le versant est de l'atlas.
- La centralisation de la gestion d'un réseau aussi diversifié, pose des problèmes d'encadrement administratif et technique, et par conséquence, influence la qualité de la mesure.
- Le non équipement des stations en moyens informatiques et de télécommunications est un handicap qui génère des retards dans la saisie des données.
- Le réseau climatologique pose un grand problème : il a plusieurs tutelles, il est géré par plusieurs organismes, il est peu entretenu et les mesures ne sont pas toujours conformes aux normes ...
- La longueur des côtes marocaines, l'importance de la mer pour l'économie nationale et l'influence des océans sur le climat, exigent une surveillance et un suivi assidus des paramètres maritimes.

## **IV.2. Plan de développement :**

Objectifs :

La tendance actuelle est axée sur la conception d'un réseau national capable de répondre aux besoins météorologiques nationaux et internationaux de plus en plus nombreux, diversifiés et exigeants. Les actions de la DMN sont focalisées sur deux composantes : l'une est d'ordre organisationnel pour une meilleure gestion du réseau d'observation, l'autre a trait à la modernisation de l'équipement technique qui consistera à un renforcement optimal du réseau par l'augmentation du nombre de stations de mesure (stations synoptique, climatologiques, ..), par leur équipement en stations automatiques et par l'élargissement de la gamme des mesures. Il permettra de combler, ou du moins de réduire, le problème de la représentativité.

Plan d'action :

- Transfert des locaux des stations de Taza, Essaouira et Ouarzazate qui sont envahies par l'urbanisme,
- Automatisation de l'observation météorologique :
  - Equipement d'abord des stations synoptiques aéroportuaires de stations automatiques, puis le reste des stations synoptiques,
  - puis équipement des bassins versants les plus importants de stations automatiques pour mieux prendre en compte les spécificités de chaque bassin,
  - enfin combler le réseau de base par des stations automatiques pour les zones difficilement accessibles et qui présentent des intérêts climatologiques.
  - En parallèle, un réseau de stations automatiques météorologiques dans les agglomérations urbaines permettra de mieux gérer les problèmes de la pollution atmosphérique et ceux de l'assainissement. Des réseaux de ce type ont fait l'objet d'une recommandation de la cinquième conférence technique sur la gestion pour le développement des services météorologiques en Afrique..

- On prévoit la création de 5 nouvelles stations synoptiques.
- Le nombre de stations de type maritime passera de 5 à 9.
- Le nombre de stations qui effectuent des mesures de la pollution de fond passera de 2 à 6 et leurs moyens seront étoffés pour couvrir d'autres aspects, notamment la radiation ultraviolette létale (UVB) qui s'intensifie sous l'influence de l'épuisement de la couche d'ozone et la composition chimique d'échantillons de l'air.
- La multiplication des stations de type radiométrique de 12 à 17.
- On prévoit doter une station synoptique du versant Est de la chaîne de l'Atlas (Ouarzazate ou Errachidia) par la mesure du radiosondage. Ces mesures joueront un rôle très important dans la caractérisation des masses d'air au delà du relief, dans l'alimentation des modèles numériques en données d'altitude, et en conséquence dans la fiabilité de la prévision
- La couverture Radar de l'ensemble du territoire est devenue une nécessité en égard aux événements extrêmes qui ont touché le pays ces dernières années et qui sont supposés devenir plus fréquents dans l'avenir. Ainsi on prévoit compléter la couverture radar par l'installation de deux autres radars.
- La détection et le suivi de la foudre, sont également nécessaires pour les mêmes raisons citées ci-dessus.
- Dans le cadre de développement des activités de modification de temps, il est prévu d'une part, un programme de modernisation des moyens du Programme Alghait et d'autre part, l'installation de moyens de mesure et d'intervention pour la conduite d'un projet de lutte contre la grêle.
- Le réseau climatologique dont les données sont traitées en temps différé, nécessite des initiatives à la mesure des problèmes qu'il pose. La solution, à l'instar d'autres pays, réside dans l'unicité de la tutelle qui devrait s'exercer par le contrôle et le suivi afin d'assurer la conformité des mesures aux normes de l'OMM (dont la DMN est membre). Ainsi on prévoit :
  - la conjugaison des efforts avec les autres partenaires pour remettre en état le réseau existant en créant un programme de maintenance et de sensibilisation,
  - la préparation, en collaboration avec les principaux partenaires, d'un texte réglementaire qui fixe le mode de gestion d'un réseau,
  - et la tenue d'une conférence nationale sur le réseau d'état.

## V. Régionalisation de la DMN :

La raison principale de la régionalisation est de rapprocher la DMN des utilisateurs de ses produits et ses services et d'être en mesure de préparer des prévisions et autres produits adaptés aux utilisateurs ainsi que des services propres à la région concernée. Les raisons de gestion sont également importantes. La complexité croissante des technologies utilisées par la DMN et la variété de ses missions rend très difficile la gestion des opérations régionales à partir du siège. Il y a simplement plus d'activités à gérer, un besoin de gérer le personnel de plus près et un besoin d'être plus proche des clients. La distance

opérationnelle entre les stations et le centre se traduit actuellement par un temps plus long pour satisfaire les clients. Ceci est en contradiction avec la mission en évolution du Gouvernement du Maroc qui est de rapprocher les services gouvernementaux du public et de permettre au public de suivre la réalisation de ces services. A cet effet, la DMN a créé 4 Directions Régionales:

- Région Sud, chef lieu: AGADIR,
- Région Nord, chef lieu: LARACHE,
- Région Centre, chef lieu: CASABLANCA,
- Région Est, chef lieu: FES.

Les critères retenus pour le développement de cette approche régionale des fonctions de la DMN, ont inclus la géographie, la démographie, les phénomènes météorologiques, la politique, les contraintes organisationnelles actuelles, les infrastructures de communication et les biens tangibles de la DMN tels que les équipements les plus importants et les locaux.

Les régions ne fonctionneront pas en tant qu'entités distinctes, mais plutôt comme une partie de l'équipe de la DMN où les informations sont collectées à tous les niveaux, les prévisions faites aux deux niveaux et les informations diffusées aux deux niveaux. Cependant, aucun des niveaux ne duplique ou remplace l'autre. Leur relation est complémentaire. Les opérations au siège se focaliseront sur les besoins et les problèmes nationaux, alors que les bureaux régionaux se concentrent sur les problèmes à l'échelle locale.

### **V.1. Actions entamées :**

- Identifier les besoins et la demande pour chaque région météorologique: potentiel de marché,
- Faire l'inventaire des moyens disponibles dans les régions et identifier les prestations et les activités à décentraliser à court terme,
- Etablir un plan de régionalisation à moyen terme: prestations, équipements, locaux, moyens humains, procédures de gestion, organisation, budget,
- Mettre en place un plan de régionalisation,
- Mettre en place un système de pilotage et de coordination du réseau territorial,

### **V.2. Actions futures :**

La régionalisation nécessite, pour être performante, des moyens de télécommunication et des équipements informatiques:

- Système de commutation de messages au niveau du chef lieu,
- Système de gestion des données au niveau du chef lieu,
- Moyens de calcul au niveau du chef lieu et des stations (au moins un micro-ordinateur par station),
- Equipements nécessaires aux envois des données des stations vers la direction régionale et de celle ci vers Casablanca.

## CHAPITRE 5 : LES DONNEES CLIMATOLOGIQUES

Les données climatologiques sont le résultats de calculs statistiques simples appliqués aux observations météorologiques; tel que le calcul des moyennes, des totaux, des fréquences, des rangements dans des classes, etc.

### I. Calcul des moyennes:

On prend comme exemple: la température T

$T_m$  = Température moyenne quotidienne

Théoriquement :

$$T_m = \frac{1}{24} \int_{00TU}^{24TU} T dt$$

En pratique on utilise souvent la demi somme entre  $T_x$  et  $T_n$ :

$$T_m = \frac{T_x + T_n}{2}$$

Mais pour avoir une valeur proche de la valeur théorique, il faut calculer  $T_m$  en fonction des températures horaires ou tri horaires (si elles existent); ainsi on a les approximations suivantes:

$$T_m = \frac{1}{24} \left( \frac{T_0 + T_{24}}{2} + \sum_{i=1}^{23} T_i \right)$$

ou

$$T_m = \frac{1}{8} \left( \frac{T_0 + T_{24}}{2} + T_3 + T_6 + \dots + T_{21} \right)$$

Remarques:

- Les données quotidiennes retenues sont:  $T_n$ ,  $T_x$ ,  $T_m$  et  $\Delta T$
- Pour les périodes au delà d'un jour (pentade, semaine, décade, mois, ..) , la température moyenne est la moyenne des température moyennes quotidiennes
- Les données mensuelles retenues sont:
  - $T$  mini: moyenne sur les  $T_n$  quotidienne:  $\overline{T_n}$
  - $T$  maxi: moyenne sur les  $T_x$  quotidienne:  $\overline{T_x}$
  - $T$  moyenne mensuelle :  $\overline{T_m} = (\text{aussi}) \frac{1}{2} (\overline{T_n} + \overline{T_x})$
  - L'amplitude thermique quotidienne moyenne
  - Le mini absolu ( $\min(T_n)$ )
  - Le maxi absolu ( $\max(T_x)$ )
  - L'amplitude absolu du mois (maxi absolu moins mini absolu)
- Les données saisonnières : DJF, MAM, JJA, SON
- Les moyennes annuelles sont par convention égaux à :

$$\frac{1}{12} \sum \text{moyenne mensuelles}$$

## II. Calcul des totaux:

On prend comme exemple: les précipitations RR, l'insolation I et l'évaporation E

### II.1. Précipitation:

- Le paramètre précipitation se mesure à 06TU et à 18TU. La pluie du jour J est le cumul des précipitation entre 06TU du jour J et 06TU du jour J+1.
- On considère que la pluie a eu lieu lorsque la quantité de précipitation enregistrée est supérieure ou égale à 0.1 mm; si non la valeur à utiliser dans les totaux est 0 mm si on enregistre dans les cahier d'observation Tr (pour dire trace)
- Pour le mois RR=cumul des RR quotidiens
- Pour l'année RR=cumul des RR mensuels

Pour caractériser le climat à l'aide des précipitations on calcul et on analyse

- Le régime pluviométrique:
  - la fraction pluviométrique mensuelle  $12 * \frac{RR(mois)}{RR(année)}$
  - ou encore:  $\frac{RR(mois)}{\frac{RR(année)}{365} * Nbjmois}$   
avec *Nbjmois* est le nombre de jours dans le mois en question.
- la persistance qui indique le nombre de jours consécutifs pluvieux (ou sec),
- les records
- et la variance des précipitations

### II.2. L'insolation:

L'insolation se mesure chaque jour en heure et 1/10 de l'heure. On en déduit l'insolation mensuelle et l'insolation annuelle (qui ne sont autre que le cumul des insolutions quotidiennes)

Pour caractériser le climat à l'aide de l'insolation, on calcule :

- La durée moyenne quotidienne pour chaque mois et pour l'année
- Le nombre de jour sans soleil
- Le nombre de jours comportant divers pourcentage d'insolation par rapport à la durée du jour
- La fraction d'insolation mensuelle :  $12 * \frac{I(mois)}{I(année)}$
- Le rapport héliométrique mensuel  $\frac{I(mois)}{\frac{I(année)}{365} * Nbjmois}$  :

## III. Calcul des fréquences:

La fréquence mesure l'occurrence d'un phénomène donnée pendant une période donnée.

Exemples:

1. Occurrences des :
  - Jours de gelée ( $T_n < 0^\circ\text{C}$ )
  - Jours de fortes gelée ( $T_n < -5^\circ\text{C}$ )
  - Jour de grand froid ( $T_n < -10^\circ\text{C}$ )
  - Jour de chaleur ( $T_x > 30^\circ\text{C}$ )
  - Jour de forte chaleurs ( $T_x > 35^\circ\text{C}$ )

Bien entendu les valeurs seuil indiquées ci-dessus sont à titre indicatif; elles peuvent changer d'une région à une autre. 30 °C est extrêmement chaud pour un pays comme la Finlande par exemple.

L'analyse d'ensemble peut se réduire au tracé de l'histogramme de fréquence.

2. - Fréquence des jours où RR > RR seuil

- " de la durée des RR
- " des jours de neige
- " des séries de jours pluvieux consécutivement

3. Fréquence des directions du vent: bien connu sous le nom: **Rose du vent**

## IV. Classement:

Le classement peut concerner aussi bien les paramètres quantitatifs que qualitatifs.

Paramètres qualitatifs:

- ⇒ 2 classes: exemple : brouillard ou pas de brouillard
- ⇒ k classes : nébulosité

Paramètres quantitatifs:

- ⇒ 2 classes: médiane
- ⇒ 3 classes: terciles
- ⇒ 4 classes: quartiles
- ⇒ 5 classes: quintiles
- ⇒ 10 classes: déciles

## V. Les normales climatiques:

La normale est une moyenne calculée sur une longue période . L'OMM fixe la durée en 30 années à partir de la première année de chaque décennie. La période utilisée actuellement est donc 1971-2000.

Théoriquement, la normale est la valeur la plus probable autour de laquelle oscillent les valeurs. Elle doit justifier les conditions suivantes :

1. La série de données est longue
2. Absence de variation sensible accidentelle du climat
3. Distribution uni modale symétrique
4. Série homogène

## VI. Homogénéité des observations :

Plusieurs causes peuvent être derrière la non homogénéité des observations, tel que:

- Appareil de mesure devient de plus en plus défectueux (si manque d'entretien et/ou d'inspection)
- Changement d'observateur
- Changement de type d'appareil
- Changement de méthode de dépouillement
- Modification de l'environnement voisinant la station
- Déplacement de la station
- Changement climatique

## CHAPITRE 6 : LA BANQUE DE DONNEES METEOROLOGIQUES

Une masse gigantesque des données climatologiques est emmagasiné à la DMN à travers une longue et riche période d'activité (environ un siècle). Ces données sont par conséquent un patrimoine national important et elles représentent la mémoire de la climatologie nationale et une partie de l'histoire du Royaume.

### I. Analyse de l'existant

#### I.1. Organisation et attributions du service banque de données climatologiques

Le service de la banque de données climatologiques (BDC) s'occupe de la sauvegarde et la gestion de la banque de données qui intègre tous les produits climatologiques.

La banque de données climatologiques s'organise comme suit :

1. Cellule de saisie s'occupant essentiellement de la saisie des données.
2. Cellule d'exploitation responsable de la sauvegarde des données sur support informatique et l'archivage manuelle des documents, cette cellule accuse actuellement un retard important dans la saisie des données récentes ainsi que celles des arriérées.
3. Cellule de production qui prend en charge la production et l'élaboration des produits météorologiques.

#### I.2. Les procédures d'alimentation de la base actuelle

##### a. Recueil des données climatologiques

Le recueil des données climatologiques est effectué par plusieurs opérateurs. Chaque station, poste ou système produit des données de différents types et différentes périodes. On énumère ci-dessous les principaux supports de données produits.

##### Les stations synoptiques :

Documents produits	Fréquence	Support
Carnet d'Observation	Quotidienne	papier
CRQ: Compte Rendu Quotidien	Quotidienne	papier
TCM: Tableau Climatologique Mensuel	Mensuelle	papier
Tableau radiosondage	Quotidienne	papier
Diagramme pluviographique	Quotidienne	papier
Compte rendu du vent	Quotidienne	papier
Rapport hydrométéorologique	Hebdomadaire	papier
Bulletin des postes auxiliaires	Mensuelle	papier
Tableau d'évapotranspiration potentielle	Décadaire	papier
Relevé d'insolation	Quotidienne	ruban
Diagramme précipitations et évapotranspiration	Décadaire	papier
Messages	Semi-horaire, horaire, tri-horaire, mensuelle	Informatique

### **Les postes auxiliaires :**

Documents produits	Fréquence	Support
Bulletin des postes auxiliaires contenant principalement les précipitations et éventuellement les températures minimales et maximales, l'humidité et les mesures spéciaux.	Mensuelle	Papier

Les stations acheminent ces documents par courrier. Ils sont contrôlés et saisis dès leur réception par la direction régionale et centrale. Ces données sont stockées sur disque dur, disquettes, bandes magnétiques, ...etc.

La fréquence d'observation des ces données est très variable (selon le paramètre, l'instrument et le type de station, elle peut être 5mn, 15mn, demi-heure, horaire, tri-horaire, quotidienne, décadaire, mensuelle, annuelle,...etc.)

#### ***b. L'acheminement des données climatologiques***

##### ◆ Les données en provenance des stations du réseau synoptique

La périodicité est généralement mensuelle, les documents (environ 40 dossiers par mois, chacun contient les CRQ, TCM, Carnet d'observation, ...) sont acheminés à la Direction du Réseau et de la Coordination Régionale (DRCR) à Casablanca par courrier. Ils sont contrôlés puis archivés.

L'arrivée tardive, non régulière et en lot ne permet pas une prise en charge correcte de ces documents. La centralisation des opérations d'analyse et de contrôle des documents rend cette tâche difficile surtout avec le peu d'effectif des climatologues responsables de ces opérations.

##### ◆ Les données en provenance des postes du réseau auxiliaire

Aucune régularité dans la fréquence et la périodicité de réception des documents. La raison est que ces documents passent par l'intermédiaire des organismes de tutelle (eaux et forêts, ministère de l'intérieur, ...). Ils arrivent à la DRCR (environ 1000 par mois) où ils sont soumis au contrôle et remis aux archives

##### ◆ Les données en provenance des stations automatiques, radar et satellite

Reçues de la même manière que les messages SYNOP via le réseau Transmet.

##### ◆ Les données en provenance du système de prévision numérique

Les données hébergées par la BDM (base de Données Météorologiques) peuvent servir pour alimenter aussi en partie la Base de Données Climatologiques, surtout que ces données subissent de manière automatique les vérifications syntaxiques, climatologiques et de cohérence. Les principales données sont celles des messages véhiculés par Transmet.

#### ***c. Fonctionnalités relatives à la saisie et l'exploitation des données climatologiques***

##### ◆ Contrôle et saisie des données

Le contrôle des données est fait à la station par le climatologue qui vérifie les données recueillies par l'observateur, et à la DRCR où les climatologues contrôlent les données des

stations ainsi que celles des postes. Toutefois, pour plusieurs raisons, ce contrôle accuse des retards importants ce qui met en cause son efficacité.

La saisie des données est faite aussi par les climatologues de la DRCR pour une saisie réputée semi-réelle. Mais cette saisie ne concerne que les paramètres quotidiens et mensuels les plus demandés aussi connaît-elle un retard considérable.

◆ Gestion des données spécifiques

Les domaines de l'agrométéorologie, du rayonnement et de l'hydrométéorologie gèrent des données spécifiques qui sont recueillies par des stations souvent dédiées et équipées par des instruments aussi spécifiques. Les documents produits par ces stations sont acheminés directement vers les services concernés

◆ Archivage des supports

Les supports utilisés (documents manuscrits et diagrammes) sont acheminés au service des archives pour classement.

**d. Architecture matérielle et logiciel d'application**

La DMN possède une architecture moderne et évoluée. Mais concernant la banque de donnée, sa gestion et son traitement sont encore basés sur des moyens informatiques mono postes.

Comme système de gestion de base de données, la DMN utilise le système DATAEASE couplé avec l'outil CLICOM (ancien outil octroyé à la DMN par l'OMM). Le système fonctionne en mono poste sur micro (sous MSDOS). Il pose des difficultés énormes lors de la sauvegarde, de l'extraction et du transfert des données via des disquettes,...

## **II. Evaluation de la situation actuelle de la BDC**

### **II.1. La gestion**

#### **a. Décentralisation**

La DMN a entamé depuis plusieurs années une politique de décentralisation de ses activités. Un chemin important a été réalisé. Toutefois, des efforts restent à accomplir pour faire des Directions Régionales une réelle présentation de la DMN au niveau des Provinces.

Au niveau de gestion des données climatologiques, les Directions régionales doivent avoir à terme, les moyens humains et matériels pour assurer toute la gestion des données qui concernent leur région (la réception, le contrôle, l'archivage informatique et l'exploitation).

Une partie aussi des données doit être prise en charge au niveau des stations. Le processus peut démarrer pour une première saisie locale, vérifiée et validée à plusieurs niveaux (station, région et central). La qualité et la quantité des données saisies seront nettement plus importantes.

#### **b. Disposition géographique des unités de production**

Au niveau central (Casablanca), la dispersion des unités de production sur plusieurs sites géographiquement éloignés n'est pas pour faciliter la gestion. Un effort important est consommé pour les besoins de coordination, d'information et de communication.

### **c. Gestion des archives**

Les documents gérés par la BDC revêtent un intérêt particulier, non seulement pour leur valeur scientifique mais aussi pour l'intérêt historique qu'ils présentent. Mais, malheureusement la gestion actuelle de ces archives, les moyens utilisés pour les classer et les entretenir ne sont pas rassurants. Une bonne partie de ces archives est difficilement exploitable, une autre partie est certainement perdue, la partie restante nécessite un effort considérable pour la classer et l'entretenir.

## **II.2. Techniques**

### **a. Système de gestion des données climatologiques**

Le système actuellement utilisé pour la gestion et l'exploitation des données est le système DATEASE couplé avec l'outil CLICOM. Ces outils ont été octroyés à la DMN par OMM. Leurs concepts techniques ainsi que leurs performances remontent aux années 80.

Le système fonctionne en mode mono-poste sous MS-DOS. Il est donc, inconcevable de continuer à fonctionner en mono-poste, de récupérer les informations saisies de chaque poste pour les stocker sur un seul micro-ordinateur, opération qui nécessite une journée de travail et environ une quarantaine de disquettes.

L'acquisition d'un système de gestion de base de données climatologiques ouvert et puissant ainsi que des outils de développement et d'exploitation de ces données est devenue indispensable.

### **b. Equipements utilisés**

Les équipements actuellement disponibles sont des micro-ordinateurs largement dépassés. Il est nécessaire de prévoir une nouvelle architecture matérielle organisée autour d'un ou plusieurs serveurs puissants.

### **c. Le traitement et le stockage des données**

Avec les moyens actuels et l'organisation suivie, la saisie et le stockage des données accusent un retard très important. Plusieurs questions concernant la fiabilité des données saisies, leur organisation, ..., restent posées.

Une nouvelle organisation du processus de gestion des données, de la récolte à l'archivage, doit permettre de décentraliser une bonne partie de ce travail. Le rôle des équipes du siège sera plutôt l'assistance des équipes régionales, la coordination entre les régions, l'archivage centralisé et la réalisation des études importantes.

## **III. Définition et conception du futur système**

### **III.1. Scénario de mise en œuvre**

La DMN est entrain de mettre en place un système intégré pour la gestion de la Banque de Données Climatologiques. Ce système conçoit un circuit indépendant des données climatologiques et météorologiques : le principe consiste à dissocier entre l'acheminement et le traitement des données météorologiques et climatologiques. autrement dit, on peut concevoir le système suivant :

- au niveau de la station, les observateurs relèvent les données de la journée et les soumettent au climatologue pour vérification,
- le climatologue ou un autre opérateur aura la possibilité d'acheminer les données ainsi contrôlées automatiquement par le nouveau système,
- les données saisies périodiquement seront alors contrôlées et stockées sur l'équipement et base de donnée Station et acheminées via un réseau mis en place à cette fin à la Direction Régionale,
- au niveau Direction Régionale, les données seront aussi contrôlées par les climatologues de la région et ensuite intégrées dans la base de données climatologiques régionale. Les données ainsi contrôlées seront ensuite acheminées au siège via le réseau de communication mis en place.
- les données en provenance des différentes Directions Régionales sont reçues par le siège et incorporées dans la Base de Données Climatologiques Centrale. Les climatologues du siège ont aussi la possibilité de contrôler les données reçues.

### **A. Le contenu fonctionnel du nouveau système**

Il s'agit d'une base de données dans la mesure où la base du siège sera la plus exhaustive, les bases de la Direction Régionale et des stations sont des parties de la base centrale. Les traitements se ressemblent aussi et sont organisés en grandes catégories ou sous-systèmes :

### **B. Sous-système prise en charge des données**

Ce sous-système permet les fonctionnalités suivantes :

- ◆ La création d'une base de données climatologiques,
- ◆ Saisie des données périodiques (horaires, tri-horaires, quotidiennes, décadaires, mensuelles, données de sondage, ...etc.). Cette saisie doit être
  - Contrôlée : des contrôles de vraisemblance au fur et à mesure que la saisie,
  - Guidée : pour permettre aux utilisateurs l'accès aux codifications et nomenclatures disponibles,
  - Par lot : pour avoir la possibilité de faire les contrôles et les éditions,...etc.
- ◆ Archivage des données saisies dans la base appropriée.

### **C. Sous-système contrôle climatologique des données**

Ce module permet essentiellement de faire des contrôles automatiques et manuels des données saisies ou reçues des autres entités.

#### ◆ Les contrôles automatiques

Le contrôle automatique permet de signaler objectivement et d'une manière exhaustive toutes les valeurs qui ne correspondent pas aux critères définis. Les tests appliqués sur les paramètres sont de plusieurs sortes dont chacun a des avantages et des inconvénients.

#### 1. Test de vraisemblance

Ces tests comparent la valeur d'un paramètre à deux valeurs extrêmes dont la réalisation est improbable. Ex : les valeurs de la température doivent être comprises entre  $-50^{\circ}\text{C}$  et  $+50^{\circ}\text{C}$ .

#### 2. Test de cohérence interne

Ces tests détectent les contradictions entre deux ou plusieurs paramètres soit dans les données quotidiennes, soit dans les données horaires d'une même observation, soit entre les données quotidiennes et les données horaires pour un même paramètre. Ex : si le temps présent signale du brouillard la visibilité à cette heure doit être inférieure à 1000 mètres.

3. Test de cohérence temporelle ou interpolation polynomiale

Ces tests interpolent en un point donné les valeurs d'un paramètre en considérant des distances temporelles. Ex : le contrôle de la variation horaire qui s'applique à la température sous abri, à la température de point de rosée et à la force et direction du vent ou encore la formule d'interpolation tri-horaire s'appliquant uniquement à la pression, à la température sous abri et à la température de point de rosée.

4. Test de cohérence spatiale

Les stations voisines d'une même région climatique doivent à priori enregistrer des valeurs proches et corrélées entre elles.

◆ **Les contrôles manuels**

Permettent aux climatologues de contrôler, d'analyser et de corriger éventuellement les données quotidiennes. Les fonctionnalités envisageables sont :

- Consultation des données météorologiques,
- Modifications d'une ou plusieurs données. Le système gardera une trace des données initiales, des données modifiées et de les utilisateurs ayant porté la modification,
- Production des journaux d'anomalies constatées par entité, par observateur et aussi par climatologue.

**D. Sous-système échange des données**

Ce module permettra de gérer les réceptions et transferts des données en provenance ou destination des autres entités.

Ainsi le système doit gérer les réceptions des données :

- Des stations et de les consolider dans la base de données régionale et réciproquement,
- Des Directions Régionales et de les consolider aussi dans la base de données centrale et réciproquement,

Le système doit gérer les envois des données d'une entité à l'autre. Pour cela :

- Il permettra de préparer les transferts des données en codifiant les données à transférer et en les compactant,
- Il réalisera le transfert (périodique ou occasionnel) des données sélectionnées en s'assurant que les données ont été qualitativement et quantitativement bien reçues,
- De gérer des rapports de transfert pour garder une trace des envois effectués et du déroulement de l'opération.

### **E. Sous-système élaboration des produits climatologiques**

Ce module permettra d'automatiser l'élaboration et l'édition des produits climatologiques catalogués dans l'annuaire des produits commercialisables. Il permettra aussi d'automatiser l'élaboration des produits climatologiques spécifiques à chaque entité :

- ◆ Produits locaux pour la station,
- ◆ Produits Régionaux pour la Direction Régionale,
- ◆ Produits nationaux pour le Siège.

### **F. Sous-système reporting**

Ce module permet d'automatiser l'édition des principaux rapports et états de synthèse utilisés en interne à la DMN (ex : les CRQ, TCM, bulletins, rapport hydro, ...etc.).

### **G. Sous-système gestion des données spécifiques**

Ce sous-système permet de gérer les traitements des données spécifiques à une activité ou centre d'intérêt particulier, à des procédés de gestion et traitements automatiques des données et aussi la gestion des données du réseau auxiliaire. Ainsi, le système permettra :

- ◆ La gestion de plusieurs traitements spécifiques et exercés par des qualifications appropriées. Les données sont recueillies par quelques stations et dépouillées par les services dédiés du siège (ex : le traitement concernant les données de l'hydrométéorologie,...etc.),
- ◆ La gestion et les traitements qui concernent l'acquisition des données anciennes de manière automatique ou manuelle,
- ◆ La gestion des procédés spécifiques à quelques opérations particulières tel que le dépouillement pluviométrique automatique,
- ◆ La saisie et le contrôle des données recueillies par les postes auxiliaires.

## **III.2. Etapes de réalisation du projet**

La réalisation et la mise en œuvre du nouveau système sont menées sur trois étapes :

### **1ère étape : Mise en place de la base de données Centrale**

Cette première phase consiste à mettre en place le système central :

- ◆ acquérir le matériel et logiciels de base nécessaires : serveur, postes clients, SGBD, outils de développement, ...etc.
- ◆ mettre en place le réseau local,
- ◆ transférer les données du système informatique actuel au nouveau système,
- ◆ assurer les mesures d'accompagnement nécessaires : formation et assistance,

### **2ème étape : mise en place de la base de données Régionale**

Le système central étant mis en place, le système de gestion de base de données climatologiques régionale peut être activé :

- ◆ mettre en place le réseau local dans chaque Direction Régionale,
- ◆ établir les liaisons entre le Siège et les Directions Régionales,
- ◆ acquérir les équipements nécessaires : serveur, postes de travail, SGBD, ...etc.
- ◆ adapter le système applicatif aux besoins des Directions régionales,
- ◆ charger la base de données régionale,

- ◆ assurer les mesures d'accompagnement nécessaires : formation et assistance,

### **3ème étape : mise en place du système Station**

Elle consiste à :

- ◆ mettre en place le réseau local dans chaque station,
- ◆ établir les liaisons entre les Stations et Direction Régionale correspondante,
- ◆ acquérir le matériel nécessaire,
- ◆ adapter le système applicatif aux besoins des Stations,
- ◆ assurer les mesures d'accompagnement nécessaires : formation et assistance.

## CHAPITRE 7 : RECETTES CLIMATOLOGIQUES CLASSIQUES

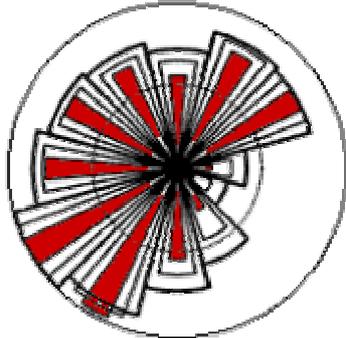
### I. Les tracés graphiques:

Le but des représentations graphiques est d'illustrer d'une manière attrayante, les informations données par les données climatologiques

#### I.1. Diagramme polaire:

Exemples (extrait de <http://www.windpower.org/fr/tour/wres/rose.htm>) :

Rose du vent :



© 1998 www.WINDPOWER.org

Les vents les plus forts soufflent en général d'une direction particulière.

Afin de mieux se faire une idée de la distribution des vitesses et des directions du vent, on peut construire une rose des vents à partir des observations météorologiques faites dans une région donnée.

La rose des vents correspond à un compas. Elle se compose de plusieurs sections, l'horizon ayant été divisé en douze secteurs de 30 degrés chacun. Mais la rose des vents aurait tout aussi bien pu être construite avec huit ou seize secteurs.

Le rayon de chacun des douze secteurs coniques indique la fréquence relative de chaque direction du vent. La portion la plus petite dans chaque secteur montre la contribution au total de la vitesse moyenne de la direction du vent en question, tandis que la contribution totale de la moyenne du cube de la vitesse est donnée par la portion centrale marquée en rouge.

La capacité énergétique du vent varie avec le cube de la vitesse du vent. Ce sont donc les sections marquées en rouge qui sont les plus intéressantes à étudier, lorsqu'on essaye de trouver un site propice à l'installation d'une éolienne.

La rose des vents nous indique les vitesses relatives du vent soufflant dans des directions différentes. Chacun des trois types de données (fréquence, vitesse moyenne du vent, moyenne du cube) a été multiplié un certain nombre de fois de sorte que le rayon de la section la plus importante des douze correspond à celui du cercle concentrique le plus grand.

#### Les roses des vents ne sont pas toutes pareilles

Les roses des vents diffèrent d'une région à une autre. Elles constituent en fait une sorte d'empreinte climatologique.

Prenons par exemple cette rose des vents de Caen, ville située à seulement 150 km au nord de Brest. Bien que la direction préférentielle du vent soit la même, c.-à.-d. sud-ouest, la rose révèle que pratiquement toute l'énergie éolienne provient de l'ouest et sud-ouest. Ici, nous constatons donc que, contrairement à ce qui est le cas à Brest, on peut se permettre de ne pratiquement pas tenir compte des autres directions du vent.

Cependant, les roses des vents pour deux régions avoisinantes sont souvent très similaires. Pour cette raison, ce sera souvent suffisamment sûr de déterminer les directions du vent en interpolant les roses établies pour les villes voisines ; c.-à-d. en prenant la moyenne des résultats enregistrés. Cependant, de telles estimations s'avéreront souvent insuffisantes s'il s'agit de terrains complexes (régions montagneuses et côtières, entre autres).

Mais n'oubliez pas que, dans tous les cas, la rose des vents indique la distribution relative des directions du vent - et non pas la vitesse réelle du vent. Afin de mesurer celle-ci il faut se servir d'un anémomètre.

### **I.2. Diagramme en bâton:**

Conseillé pour les paramètres discontinues, exemple : nombre de jours de gelée

### **I.3. Histogramme:**

Exemple pour le régime de précipitations ou la fréquence de pression

### **I.4. Polygone et polygone cumulatif:**

### **I.5. Courbe**

C'est un polygone ajusté

### **I.6. Climatogramme:**

### **I.7. Nuage de points d'observation:**

### **I.8. Cartogrammes:**

Les cartogrammes sont de deux types: soit sous forme de pointage (on pointe les valeurs à chaque station) soit sous forme d'isoligne (on joint par ligne les valeurs de même ordre de grandeurs). Mais il est déconseillé d'utiliser des isoplètes en cas de points très espacés surtout en cas de paramètre très variables spatialement.

Les iso lignes sont pour:

- la pression, des **isobares**
- La température, des **isothermes**
- Les précipitations, des **isohyètes**
- La nébulosité, des **isonèphes**
- La durée d'insolation, des **isohèles**
- L'occurrence des tonnerres, des **isobrontes**
- L'occurrence des orages, des **isokérauniques**

## **II. Erreurs à éviter:**

Dans les études climatologiques, il faut faire attention :

- A l'origine des données. En plus il faut se méfier des résultats des travaux réalisés sur des séries de courtes périodes ou des séries de données non contrôlées
- Aux unités utilisés : exemple 23 (quoi?) 23°C
- Aux ordres de grandeur:  
Exemples : T=125°C ?! ; Pression au sol = 325 mb !! Corrélation = 2.5 !!
- Aux significations des mesures et des calculs:  
T=23.034°C ?!  
H=83.04%
- Aux échelles lors des représentations graphiques

# **ANNEXE I: LE SYSTEME MONDIAL DE TELECOMMUNICATION (SMT)**

La possibilité de réaliser une observation synoptique de l'atmosphère est la condition nécessaire à une bonne prévision du temps. Mais il ne suffit pas que l'ensemble des stations du réseau réalisent des observations simultanées toutes les trois heures. Encore faut-il que ces observations puissent être diffusées très rapidement sur toute la planète aux différents services météorologiques nationaux. C'est pourquoi un système mondial de télécommunications a été mis en place dans le cadre d'accords internationaux. Les services météorologiques des États membres de l'OMM échangent ainsi leurs informations à travers le système mondial de télécommunications météorologiques.

## **I. Les fonctions assignées au système mondial de télécommunications météorologiques**

Trois fonctions sont assignées au réseau de télécommunications, aux niveaux national ou international:

- concentrer en temps réel l'énorme quantité de données brutes d'observation et de mesure en provenance du territoire français et des pays étrangers;
- traiter très rapidement cette masse d'informations;
- diffuser les résultats des modèles de prévision.

Toutes les informations sont codées sous forme numérique suivant un système unique établi internationalement (codage par groupes de cinq chiffres). La diffusion de ces données codées sur le SMT doit respecter des procédures très strictes.

L'artère principale de ce réseau mondial de télécommunications est une boucle autour de la Terre reliant des centres «régionaux»: Toulouse, Bracknell (Royaume-Uni), Offenbach (Allemagne), Washington, Tokyo, New Delhi, Moscou et Prague. Chaque centre collecte les données provenant des pays situés dans sa zone de compétence et les insère dans le flux d'informations circulant sur la boucle principale. En sens inverse, ces centres régionaux relaient vers les pays qui leur sont rattachés les données circulant dans la boucle principale. Ainsi, Toulouse exerce la responsabilité de centre régional de télécommunications vis-à-vis de Lisbonne, Madrid, Dakar, Casablanca, Alger, Tunis, Rome et Bruxelles.

## **II. Le réseau du SMT**

1. Le SMT consiste en un réseau intégré qui interconnectent les centres météorologiques. Les circuits du SMT se composent de combinaison de liens de télécommunication terrestres et satellites. Ils servent pour la distribution et la collecte de données aussi bien entre deux points que entre un groupe de points.

Le schéma 1 montre la structure des centres de SMT. Les Centres de Télécommunication Météorologiques sont responsable de recevoir des données et de les transmettre par le biais des circuits de SMT.

Le SMT est organisé sur une base de trois niveaux, à savoir:

- (a) Le Réseau de Télécommunication Principal (RTP)
- (b) Les Réseaux de Télécommunication Météorologiques Régionaux (RTMR);
- (c) Les Réseaux de Télécommunication Météorologiques Nationaux (RTMN)

2. Le réseau de télécommunication principal est le noyau du réseau du SMT. Il regroupe et lie :
  - 3 centres météorologiques mondiaux (Melbourne, Moscou et Washington )
  - et 15 centres connecteurs (Hubs) météorologiques régionaux (Alger, Beijing, Bracknell, Brasilia, Buenos Aires, le Caire, Dakar, Jeddah, Nairobi, Nouvelle Delhi, Offenbach, Toulouse, Prague, Sofia et Tokyo).

Le réseau de télécommunication principal (RTP) a la fonction de fournir un service efficace et fiable de transmission entre ses centres, afin d'assurer un échange (global et interrégional) rapide et fiable des données d'observation, des informations traitées et d'autres données demandées par les membres.

3. Les réseaux de télécommunication météorologiques régionaux se composent d'un réseau intégré des circuits interconnectant les centres météorologiques. Ces réseaux doivent assurer la collection de données d'observation et de la distribution régionale de l'information météorologique et autres demandes exprimées par les membres.

Les connecteurs (Hubs) régionaux de télécommunications du RTP exécutent une fonction d'interface entre les réseaux de télécommunication météorologiques régionaux et le RTP. Il y a six réseaux de télécommunication météorologiques régionaux:

L'Afrique, l'Asie, l'Amérique du Sud, le nord et l'Amérique Centrale, sud-ouest Pacifique et Europe

4. Les réseaux de télécommunication météorologiques nationaux permettent aux centres météorologiques nationaux de rassembler des données d'observation et de recevoir et distribuer l'information météorologique au niveau national.
5. Des systèmes de diffusion et/ou de collecte de données par satellite sont intégrés dans le SMT comme élément essentiel aux niveaux global et régional. Des données marines sont également rassemblées par le service maritime international.

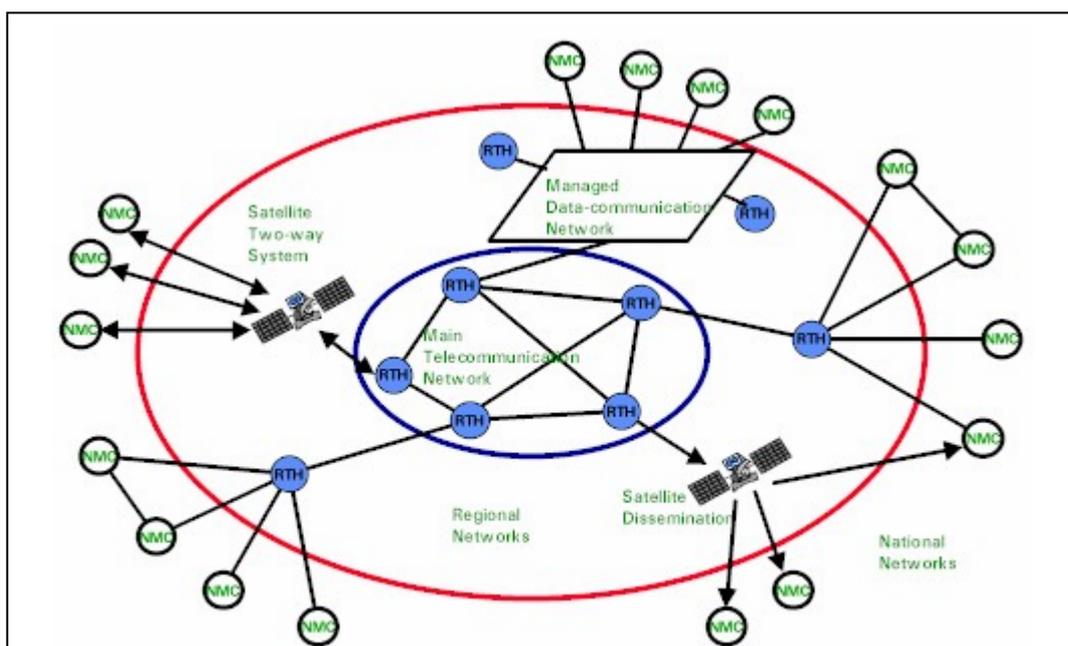


Figure 1 - Structure of the Global Telecommunication System

Manuel  
 NMC: National Meteorological Center:  
 Centre Météorologique National  
 RTH: Regional Telecommunication Hub :  
 Connecteur régional de télécommunication