

*Direction des affaires scientifiques
et techniques*

Annexe à l'arrêté du 19 mai 1999 modifiant l'arrêté du 1^{er} avril 1976 fixant les modalités de l'examen professionnel prévu à l'article 7 du décret n° 65-184 du 5 mars 1965 modifié relatif au statut particulier des ingénieurs des travaux de la météorologie

NOR : *EQU1990655A*

**Programme de l'épreuve écrite à options de l'examen
professionnel des ingénieurs des travaux de la météorologie**

A. - MÉTÉOROLOGIE GÉNÉRALE

I. - L'ATMOSPHERE

Généralités et caractéristiques essentielles – Dimensions – Composition – La notion d'échelle.

La pression et la température : leurs principales variations dans le temps et dans l'espace – Analyse des champs de pression et de température – Champs scalaires et vecteur gradient : applications aux champs précédents.

Les mouvements au sein de l'atmosphère : ordre de grandeur.

II. - THERMODYNAMIQUE ATMOSPHERIQUE

1. Notions de thermodynamique générale – Equation d'état d'un gaz parfait – Notion de transformation – Premier principe de la thermodynamique – Energie interne – Loi de Joule – Les changements de phase et les chaleurs latentes.

2. Hypothèses relatives aux transformations subies par les particules atmosphériques et représentation graphique de ces transformations – Transformations isobares et transformations adiabatiques (cas de l'air sec) – température potentielle – diagrammes thermodynamiques – Emagramme 761.

3. L'air atmosphérique : mélange d'air sec et de vapeur d'eau – Rapport de mélange – Equation d'état – Température virtuelle – La saturation – L'humidité relative – Les transformations adiabatiques de l'air humide saturé ou non – Hypothèse pseudoadiabatique.

4. Les processus de condensation de la vapeur d'eau atmosphérique et leur importance météorologique :

Saturation et condensation :

- Par refroidissement isobare – point de rosée, point de gelée ;
- Par détente adiabatique – point de condensation ;
- par apport de vapeur d'eau ;
- par mélange et par turbulence.

5. Les principales théories relatives au déclenchement des précipitations : importance des noyaux de condensation et de congélation – Expériences de déclenchement de précipitations.

III. - MÉCANIQUE DE L'ATMOSPHERE

1. Notions générales de mécanique : mouvement de rotation – Vecteur tourbillon – Mouvement de divergence – Divergence d'un champ vectoriel.

Loi fondamentale de la dynamique dans un mouvement relatif, application au mouvement d'un mobile en déplacement par rapport à la surface terrestre.

Notions d'advection, de dérivée locale et de dérivée individuelle.

2. Les mouvements atmosphériques à l'échelle synoptique : L'équation générale du mouvement et ses composantes : l'équation du mouvement selon la verticale – L'équilibre statique et ses conséquences quant à la correspondance pression et altitude – Modèle de Laplace et atmosphère OACI – Notion de géopotentiel et principe de la coordonnée pression.

L'équation du mouvement horizontal – Hypothèse géostrophique – Cas de la couche de frottement – Le vent thermique – Notions de composante agéostrophique du vent (vent isallobarique – corrections de courbure et de diffluence).

Notions de tourbillon relatif et de tourbillon absolu – Relations entre champs de tourbillon et champs de géopotentiel des surfaces isobares.

L'équation de continuité et les mouvements synoptiques verticaux.

3. Les mouvements atmosphériques à l'échelle locale : stabilité et instabilité verticales – Influence des soulèvements en bloc – Analyse des radiosondages et règles empiriques pour la détermination des nuages à partir des radiosondages.

La turbulence : turbulence d'origine mécanique et d'origine thermique (convection thermique)

Actions thermiques et mécaniques des côtes, des reliefs et des vallées sur l'écoulement de l'air, leurs conséquences météorologiques.

IV. - LES APPORTS DE CHALEUR DANS L'ATMOSPHERE

1. Notions sur le rayonnement thermique : corps noir, loi de Stefan, loi de WIEN.
2. Les échanges radiatifs dans le « système » Soleil-Terre-Atmosphère. Bilans radiatifs de la surface terrestre et de l'atmosphère.
3. Les échanges de chaleur autres que radiatifs.
4. Bilan des échanges calorifiques entre l'atmosphère et son environnement. Conséquences.

V. - LES GRANDS COURANTS AERIENS

Les profils méridiens moyens de température et de pression – La répartition moyenne des vents – Oscillations saisonnières de la circulation en altitude et en surface – Les courants jets.

VI. - LES MASSES D'AIR ET LEURS ÉVOLUTIONS

1. Mise en évidence – Origine et identification des masses d'air.
2. Evolution « thermique » : refroidissement et réchauffement par la base – Evolution diurne – Méthodes empiriques de prévision des phénomènes liés à cette évolution.
3. Evolution cinématique : influence des mouvements synoptiques ascendants et descendants. Influence des brassages internes. Classification évolutive des masses d'air.
4. Les principales masses d'air en Europe et les types de temps qui les accompagnent.

VII. - LA FRONTOLOGIE ET L'ANALYSE FRONTOLOGIQUE

La frontologie selon la théorie norvégienne : rôle historique - Aspect qualitatif de nouveaux éléments pris en compte dans la frontogénèse – Liaison avec les éléments de diagnostic au sol et en altitude (Tendances – Systèmes nuageux – Radiosondages...).

B. - INSTRUMENTS ET MESURES

I. - RÉSEAUX MÉTÉOROLOGIQUES EN SURFACE ET EN ALTITUDE

Réseaux automatisés ; normalisation des équipements et des méthodes de mesure ; recommandations CIMO.

II. - NOTIONS DE MÉTROLOGIE

Caractéristiques métrologiques : précision, finesse, rapidité...

Erreurs de mesures : systématiques, aléatoires ; procédure d'étalonnage.

Utilisation des statistiques en métrologie.

Conditions d'emploi : grandeurs d'influence, grandeurs parasites...

Chaînes de mesure.

III. - MESURE DE LA TEMPÉRATURE

Echelles de température : EIPT ; instruments de référence.

Mesure de la température d'un fluide : échanges par conduction, convection, rayonnement ; abri météorologique.

Caractéristiques des capteurs usuels de température.

Capteurs et chaînes de mesure utilisés en météorologie selon le type de mesure : air, sol, eau de mer.

IV. - MESURE DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE, DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR, DE LA FORCE ET DIRECTION DU VENT, DES PRÉCIPITATIONS, DE L'ÉVAPORATION

Définition des paramètres.

Conditions de la mesure : échantillonnage, exposition de l'élément sensible.

Principes de fonctionnement des divers instruments et capteurs.

Critères de choix selon les performances recherchées.

Contrôles, étalonnages, servitudes.

V. - MESURE DES RAYONNEMENTS SOLAIRE ET TERRESTRE

Principales lois du rayonnement et définition des paramètres mesurés.

Mesure de la durée d'insolation ; instrumentation associée.

Mesure des éclairissements énergétiques dus aux rayonnements solaire et terrestre ; instrumentation associée.

VI. - MESURES AÉRONAUTIQUES

Visibilité : définition de la distance de visibilité (lois d'Alluard et de Koschmieder) ; instrumentation associée.

Hauteur du plafond nuageux : télémètre de nuages.

VII. - MESURES EN ALTITUDE

Vent en altitude : principe de fonctionnement et caractéristiques des radars, radiothéodolite, système oméga.

Pression, température, humidité en altitude : principe du radiosondage, caractéristiques du ballon, de la radiosonde et du système de réception et de traitement de données.

VIII. - DÉTECTION ET RECONNAISSANCE AUTOMATIQUES

Reconnaitances des météores.

Détection des phénomènes.

Reconnaissance de l'état du sol.

IX. - RADAR MÉTÉOROLOGIQUE

Principe de la mesure ; propagation des ondes électromagnétiques ; mesure de la réflectivité.

Caractéristiques des radars utilisés en météorologie.

Numérisation et diffusion des images.

Utilisation de METEOTEL et causes d'erreurs dans l'interprétation des images.

X. - STATIONS AUTOMATIQUES

Etude de l'architecture fonctionnelle de quelques stations automatiques usuelles.

Définition des stations automatiques en fonction des besoins.

Systèmes de mesure à bus de terrain.

C. - INFORMATIQUE

I. - INFORMATIQUE GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIE

A :

Systèmes de numération et codage de l'information dans les ordinateurs.

Architecture générale des ordinateurs.

Architecture des composants d'un ordinateur.

Organes périphériques d'un ordinateur (stockage d'informations, interfaces homme machine).

B :

Algorithmique.

Méthodes de programmation.

Caractéristiques des langages de programmation.

II. - LES SYSTÈMES D'EXPLOITATION

Fonctions de base d'un système d'exploitation.

Différents types de systèmes d'exploitation.

Administration et contrôle d'un système d'exploitation.

III. - TÉLÉCOMMUNICATION ET RÉSEAUX

Techniques de base des télécommunications (codage, liaison de données, signal et modulation, modes de transmission, interface).

Les supports physiques de transmission de données et les matériels associés.

Le modèle ISO.

Protocoles de communication.

Réseaux locaux (différents types, interconnexions).

Réseaux longue distance (caractéristiques, interconnexions).

IV. - LA PRODUCTION DE LOGICIELS

Notions de cycle de vie d'un logiciel, les différents modèles.

La phase d'analyse (objectifs, méthodes).

La phase de conception (objectifs, méthodes).

La phase de réalisation (programmation, tests, intégration).

Les outils de production de programmes.

La gestion de la qualité logicielle (techniques, méthodes, stratégie).

La gestion de la maintenance des logiciels (versions, configurations).

V. - FICHIERS ET BASE DE DONNÉES

Systemes de fichiers (organisation logique des données, méthodes d'accès, interfaces de programmation).

Systemes de gestion de base de données (différents modèles, objectifs, architecture client-serveur).

Le modèle relationnel de bases de données (concepts).

Les interfaces de programmation ou d'accès aux bases de données.

VI. - ORGANISATION D'UN CENTRE DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION (CTI)

L'environnement d'un CTI (locaux, énergie, climatisation...).

Les fonctions des différents personnels dans un CTI.

La gestion de la sécurité dans un CTI (accès, intégrité...).

La continuité de service dans un CTI (techniques, méthodes, stratégies).

L'organisation du service aux utilisateurs (information, documentation, assistance).

La gestion administrative d'un CTI (matériels, logiciels, environnement, personnels, utilisateurs).