

**LES CHAUSSEES AERONAUTIQUES
DE L' AEROPORT D'AGADIR
AL MASSIRA
CONCEPTION ET REALISATION**

DIRECTION DES BASES AERIENNES

Avant d'entamer la conception et la réalisation des chaussées aéronautiques, il est utile de donner quelques indications sur le choix du site d'un aéroport.

I - CHOIX DE SITE

Le choix d'un site aéroportuaire est un compromis entre de nombreuses exigences parfois contradictoires, cela suppose que la recherche doit être conduite dans le souci de constituer un inventaire complet des solutions possibles, et que pour chacune des solutions, tous les facteurs susceptibles d'intervenir dans le choix ont été dûment examinés.

Les facteurs devant être mis en compte dans l'analyse du choix d'un site aéroportuaire sont les suivants:

- climatologie
- longueur des bandes
- accès aérien et dégagements des alentours
- possibilité d'exploitation aux instruments, dégagements lointains .
- insertion dans l'environnement; nuisances
- accès terrestres et distances aux pôles de trafic
- capacité maximale compatible avec d'autres activités
- surface d'emprise
- qualité du plan de masse
- possibilité d'extension par réalisations souples et progressives
- topographie
- nature du sol
- structures et valeur foncière et agricole des terrains
- coût de construction et d'exploitation
- contrepartie par libération d'un autre site
- risque aviaire
- etc ...

Pour ne traiter que les facteurs les plus déterminants à savoir:

a) - Facteurs climatologiques

Il s'agit d'une part des renseignements relatifs au régime des vents et à la température du site qui sont nécessaires à la détermination de la ou les directions et des longueurs des pistes d'envol et d'autre part des renseignements relatifs à la visibilité et au plafond nécessaires pour choisir, en corrélation avec les précédents, la direction d'atterrissage aux instruments et pour calculer les divers minima opérationnels associés aux différents types d'équipements pouvant être mis en place.

b) - Facteurs topographiques

Il s'agit d'une part du relief du sol à l'emplacement de l'aéroport prévu, de la plus au moins grande importance des terrassements nécessaires pour créer l'aérodrome avec plus ou moins grande facilité d'évacuation des eaux de pluie. et d'autre part de l'altitude du site qui peut agir sur la correction de la longueur de piste.

c) - Facteurs géotechniques

Il s'agit de l'aptitude du sol à se prêter à la construction des ouvrages prévus. on devra tenir compte essentiellement:

- de la plus ou moins grande facilité d'exécution des terrassements
- de la faculté de ce sol à servir de fondation aux ouvrages
- de la plus ou moins grande sensibilité de ses qualités à la teneur en eau et de la nécessité ou non d'un réseau de drainage .

d)- Facteurs ayant une relation avec les agglomérations avoisinantes

Il s'agit des temps et distance d'accès à l'aéroport depuis les pôles générateurs de trafic en cherchant un compromis entre la gêne qu'il entraînerait s'il est placé trop près de l'agglomération et la gêne et le coût qui résultent de l'éloignement de cette dernière.

e) - Facteurs en liaison avec l'étape à desservir

La longueur de la piste d'envol d'une part et de l'autonomie de l'avion le plus critique d'autre part déterminent la longueur de l'étape la plus lointaine à desservir.

f) - Facteurs en liaison avec l'environnement

L'étude des facteurs en matière d'environnement permet de s'assurer que les préoccupations concernant la protection de la nature et de l'environnement ont été examinés en mettant l'accent sur:

- les caractéristiques physiques du site notamment sur le plan hydrologique de la région

- les caractéristiques biologiques du milieu concernant la flore et la faune car l'implantation d'un aérodrome peut engendrer des modifications dans leur équilibre naturel (création de micro-climat, pollution de l'eau, disparition de certaines espèces animales et végétales).

- les activités humaines: l'agriculture est sans doute le volet essentiel des activités humaines influencées directement par la création d'un aérodrome. De même que le nouvel aéroport pourra avoir un effet sur des régions à sites touristiques, culturel ...

- les bruits: le bruit étant une des principales nuisances engendrées par un aéroport. Un juste équilibre doit être établi entre l'avantage que la société tire du transport aérien et la qualité de l'environnement.

- les servitudes: la sécurité de la navigation aérienne exige la protection de l'espace aux abords de l'aérodrome contre la prolifération des obstacles par l'instauration de servitudes aéronautiques de dégagement pouvant interdire certaines constructions ou les limiter en hauteur ou leur imposant une signalisation appropriée.

II - DEFINITION DES INFRASTRUCTURES AERONAUTIQUES

Sur un aéroport on appelle aire de mouvement l'ensemble des parties aménagées en vue des opérations d'atterrissage et de décollage des avions, de leur évolution au sol, l'aire de mouvement comprend également la (ou les) aires de trafic. Quant à l'aire de manoeuvre, elle comprend les parties d'un aérodrome, servant aux décollages, aux atterrissages et à la circulation en surface des aéronefs à l'exclusion des aires de trafic.

L'aire de trafic, d'un aérodrome, est destinée aux aéronefs pendant l'embarquement et le débarquement des passagers. Le chargement et le déchargement de la poste ou du fret, l'avitaillement en carburant, le stationnement ou l'entretien.

Les chaussées aéronautiques sont conçues et construites pour supporter le trafic d'avions pour lequel elles sont destinées et pour fournir une surface stable, unie, rugueuse, et exempte de poussière et d'autres matériaux qui pourraient être soufflés ou aspirés par les réacteurs ou par les groupes moto-propulseurs et ce tout au long de l'année et pendant toute la durée de vie.

A titre indicatif pour un aéroport international, les chaussées aéronautiques couvrent une surface de l'ordre 420.000 m². Chaque type d'aire doit être conçu et dimensionné en fonction de sa destination et de sa spécificité (zone de décollage, d'atterrissage, de roulage, d'attente ou de stationnement) pour tenir compte de différentes sollicitations. Les charges de calcul sont frappées par des coefficients propres à chaque zone dits coefficients de pondération des charges.

II . 1- DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES

Les principes servant de base au dimensionnement des chaussées d'aérodrome sont:

- les hypothèses
- les méthodes
- les différents types de chaussées

A) Les hypothèses

Dans les hypothèses, deux facteurs essentiels doivent-être pris en considération:

A -1 Durée de vie structurelle

La durée de la vie structurelle d'une chaussée est la période à la fin de laquelle sa portance ne permet plus de recevoir le trafic pour lequel elle est dimensionnée .

A - 2 Trafic

Le trafic normal est fixé à 10 mouvements par jour de l'avion produisant la charge de calcul pour lequel la chaussée est calculée et on distingue le trafic réel et le trafic équivalent.

B) - Les méthodes

Les méthodes de dimensionnement des chaussées aéronautiques sont identiques à celles des chaussées routières:

- Pour les chaussées souples, la méthode CBR est utilisée pour les charges isolées. Par ailleurs, il existe un procédé permettant de convertir la charge sur un atterrisseur quelconque en une roue simple équivalente.

- Pour les chaussées rigides, le critère de dimensionnement est la contrainte admissible de traction par flexion dans la dalle de béton constituant la partie supérieure de la chaussée. Le moment de flexion de la dalle est calculé avec les hypothèses de WESTERGAARD faisant intervenir le module de réaction du sol, le module d'élasticité de la dalle et son coefficient de poisson. Les charges sont appliquées au centre de la dalle considérée comme infinie.

Les hypothèses citées ci-avant ont servi à établir des abaques de dimensionnement pour 10.000 applications de la charge en un point qui correspond à environ 36.500 mouvements.

A cet effet deux méthodes peuvent être utilisées :

- le dimensionnement forfaitaire, qui permet de calculer l'épaisseur d'une chaussée en fonction d'une charge normale de calcul et d'un trafic normal. Cette méthode est utilisée pour les études ou les données précises sur le trafic font défaut.

- Le dimensionnement optimisé: prend en compte plusieurs types d'avions pris à leurs charges et fréquences respectives pour une durée de vie donnée. C'est là ou la notion du trafic réel et le trafic équivalent intervient.

A . 3 - Les différents types de chaussées

A. 3.1 - Chaussées souples

La détermination de la structure d'une chaussée souple comprend trois phases

- a) l'évaluation de la portance du sol de fondation, se fait par la mesure du CBR sur des échantillons de sols compactés à 95° o de l'Optimulm Proctor Modifié et à 4 jours d'imbition.

- b) la détermination de l'épaisseur équivalente totale de la chaussée à partir des abaques appropriés pour chaque type d'avion. Généralement la structure d'une chaussée comporte trois couches (couche de fondation, couche de base et couche de surface ou de roulement).

- c) le choix d'une structure de chaussée donnant une épaisseur équivalente égale à l'épaisseur donnée par l'abaque.

Les matériaux rentrant dans la composition de la chaussée sont affectés des coefficients appelés coefficients d'équivalence par lesquels il faut multiplier les épaisseurs réelles des couches pour obtenir les épaisseurs équivalentes.

A. 3.2 - Chaussées rigides

Une chaussée rigide est généralement constituée à partir du sol support par une couche de fondation surmontée par une dalle de béton. Bien que cette couche de fondation n'intervient dans les calculs que d'une manière réduite, elle participe néanmoins dans la correction du module de réaction du sol et joue des rôles multiples.

- support continu et homogène pour la dalle notamment au droit des joints
- par son poids elle s'oppose au gonflement éventuel du sol
- présente une surface compacte et unie pour les engins de bétonnage.

L'épaisseur de la dalle est déterminée par les abaques appropriés pour chaque type d'avion en fonction de la contrainte admissible de traction par flexion du béton et du module de réaction K du sol.

III - CONSTRUCTION DES CHAUSSEES

A - Chaussées souples

A . 1- Couches de base

Les matériaux employés pour la construction des chaussées aéronautiques qui sont produits et mis en oeuvre avec les mêmes matériels que pour les routes. seulement leur formulation, leur conditions d'emploi et leur mise en oeuvre présentent certaines spécificités plus sévères que pour les routes. Après préparation du fond de forme, la mise en oeuvre de la couche de fondation, et éventuellement de la couche anticontaminante et de la couche de forme s'il y a lieu ne présentent pas de particularités notables. L'attention doit être accordée à la mise en place de la couche de base et aux couches de surface. Le choix des matériaux les constituants doit tenir compte de l'importance des charges qui

leur sont appliquées. Elles peuvent être soit en graves non traitées ou en graves reconstituées humidifiées soit en grave émulsion ou en graves bitume. Les épaisseurs peuvent varier de 15 à 30 cm, la granulométrie est de 0/20 ou 0/31,5, l'indice de concassage est de 100%, le coefficient d'applatissage < 25 , la dureté (L.A) < 30 et l'équivalent de sable > 40 . La particularité de ces couches résultent dans la cadence de mise en oeuvre sur des surfaces relativement concentrées avec des tolérances sévères qu'il ne faut pas dépasser pour obtenir un bon uni.

Leur mise en oeuvre nécessitera l'utilisation d'engins de répandage ne provoquant pas la ségrégation. Avant de commencer la mise en oeuvre, l'exécution d'une planche d'essai est indispensable pour mettre au point l'atelier de répandage et de compactage en vue d'obtenir les résultats prévus au projet.

Les performances des matériaux mis en place sont :

- graves non traitées: $d > 95\%$ de l'OPM
- grave émulsion : - compacité LCPC $> 85\%$
- compression $> 3\text{MPa}$ avec un bitume 80/100 et $> 4\text{MPa}$ avec un bitume 40/50
- grave bitume: - compacité LCPC de 88% à 96%
- compression $> 5\text{MPa}$ avec du bitume 60/70 et $> 6\text{MPa}$ avec un bitume 40/50

Pour veiller à ce que ces performances soient atteintes, un contrôle très strict est effectué en permanence par un laboratoire.

A . 2 - Couches de surface

Si le rôle des assises est d'assurer une portance et un uni convenable, le rôle des couches de surface est d'obtenir:

- l'étanchéité

- la résistance au vieillissement qui se manifeste d'une manière rapide en raison du trafic réduit et de la conjugaison des effets des agents atmosphériques et des produits de nettoyage des aéronefs.

-la résistance au fluage et au poinçonnement et une bonne résistance aux produits hydrocarbures (deversements des hydrocarbures)

- la rugosité suffisante et un bon coefficient de drainage superficiel pour réduire le phénomène de glissance

- Un bon uni notamment en petites ondes.

L'emploi du béton bitumeux dans la réalisation des couches de roulement des chaussées aéronautiques est le plus approprié pour une chaussée souple et en raison des sollicitations très sévères appliquées à ces couches.

Les matériaux composant le béton bitumineux. doivent répondre à certaines spécifications:

- la qualité du granulats: l'ensemble de leurs caractéristiques les peut être modelé fonction du trafic. Il n'est pas indispensable que l'indice de concassage soit de 100% .

La granulométrie peut être continue ou discontinue. Le coefficient de dureté. Los Angeles (LA) peut atteindre 25 et le coefficient de polissage accéléré (CPA) peut descendre à 0,45.

-le type du liant: la dureté du bitume utilisé pour la confection du béton bitumineux doit être compatible avec le climat de la zone d'implantation de l'aéroport et de l'affectation de la chaussée.

- caractéristiques de la composition: la granulométrie des grains peut être continue ou discontinue de manière à atteindre le taux de compacité prévu dans le projet.

- caractéristiques mécaniques: pour que les bétons bitumineux offrent un comportement satisfaisant, le taux réel de compacité doit être compris entre 95 et 96%. Une compacité inférieure ou égale à 93 % est très médiocre. alors que une compacité supérieure à 97 % peuvent entraîner le risque de glissance.

Essais d'immersion:

- cvmpacité comprise en 92% et 96 %
- compressioll à sec à 18°C > 5 Mla avec un bitume 80/100
- compression à sec à 18°C > 6 Mla avec un bitume 60 /70
- rapport immersion-compression > 0,75

Essais Marshall:

- compacité 97 %
- stabilite > 1.100 daN

Essais à la presse de cisaillement giratoire:

- compacité Cn de l'ordre de 94 a 95 %
- compacité C1 < 90 %

(C1 = compacité abtenue à 1 giration et Cn = compacité abtenue à n girations et n = épaisseur de l'échantillon en mm).

Comme pour les couches de base, il est indispensable, avant le début du chantier de réaliser des planches d'essai pour déterminer l'atelier de compactage et au besoin ajuster la formulation permettant d'obtenir les meilleurs résultats.

A . 3 - Contrôles de chantier

Pour être sûr d'obtenir de bons résultats, il est indispensable d'assurer un suivi rigoureux du chantier. Le contrôle doit être assuré par le laboratoire de l'entreprise et par le laboratoire de l'administrations agissent contradictoirement .

- Pour la couche de base, le contrôle de la compacité et de la planieté à la règle de 3 m Aucune flache dépassant 1 cm ne doit être admise sinon, il faut scarifier et recharger la couche arroser et compacter.

- Pour les couches de surfaces (béton bitumineux) le contrôle doit porter sur:

- * la température de repandage
- * l'application strict de la méthode de compactage définie par la planche d'essai
- * les compacités obtenues sur places
- * la qualité des joints

B) - Chaussées rigides

B . 1- Couche de fondation

Une chaussée rigide est constituée par la succession, à partir du sol support, d'une couche de fondation et d'une dalle en béton hydraulique. La couche de fondation peut reposer sur une couche de forme constituée par des matériaux stabilisés ou non.

Comme il est dit plus haut bien que la couche de fondation influe peu sur le dimensionnement d'une chaussée rigide, son rôle est néanmoins très important.

Le choix des matériaux constituant la couche de fondation doit tenir compte de tous les critères dont il est fait mention ci-haut. Aussi, il est recommandé de n'utiliser que des graves ciment ou des graves laitier. La mise en oeuvre de ces couches doit se faire suivant des directives précisées.

Le matériau généralement utilisé est un tout venant 0/31,5 de granulométrie continue présentant un pourcentage important de gros élément pour donner une bonne stabilité. Il doit être étalé en une seule couche au moyen d'engins adéquats. L'épaisseur de la couche de fondation ne sera pas inférieure à 15 cm. Un soin doit être accordé à la mise en place de cette couche pour éviter des défauts.

B . 2 - Dalle de béton

La réalisation de la dalle de béton ne présente pas de difficultés si les conditions suivantes sont remplies:

- chantier bien préparé à ce genre de travaux
- approvisionnement du chantier en matériaux (granulats, ciments. eau et matériaux additifs le cas échéant)
- installation d'une centrale à béton de forte capacité (300 à 400 m³/ h)
- machines de répandage au point
- une bonne équipe spécialisée pour ce genre de travail.

B . 2.1 - Granulats

Le granulat doit une granulométrie 0/40 approvisionné en trois fractions:

- sable 0/4 très propre ($ES > 75$) son coefficient de fiabilité doit être inférieur ou égale à 20.
- gravillons 4/20 et 20/40 doivent présenter les caractéristiques suivantes:

MDH < 20 (Micro Duval Humide)

L.A. < 30 (Los Angeles)

C.P A. > 0,40 (Coefficient de Palissage Accelere)

B . 2.2 - Ciments

Le ciment utilisé est un ciment Portland Artificiel CPA de la classe 45.

B . 2.3 - Adjuvants

On peut être appelé à utiliser des additifs dans la confection du béton dont l'utilisation doit être justifiée en compatibilité avec la spécificité du chantier. A cet effet, il existe:

- Adjuvant entraîneur d'air
- Adjuvant plastifiant reducteur d'eau
- Adjuvant accélérateur de prise

B . 2.4 - Composition des bétons

La composition des bétons doit être étudiée par le laboratoire dans le but d'obtenir un béton dont les caractéristiques se rapprochent des conditions suivantes:

- teneur en air occlus comprise entre 3 et 6%
- affaissement du cône entre 1 et 3 cm
- maniabilité, en raison de l'épaisseur de la dalle et de la présence des rainures et languette des joints longitudinaux et le risque de voir le bord de la dalle s'affaisser après le passage de la machine de répandage.

Plusieurs formules peuvent être essayées avec un pourcentage donné de chaque élément jusqu'au moment où la maniabilité désirée est obtenue. Les essais sur les éprouvettes âgées de 7 et 28 jours montrent si la formulation retenue est bonne.

La résistance à la flexion a vingt huit jours doit être supérieure à 6 MPa lors de l'étude de convenance des bétons. Elle ne doit pas être inférieure à 5,5 MPa lors des contrôles de chantier.

B . 2.5 - Fabrication du béton

Le béton est fabriquée dans des centrales de fortes capacités dont le débit optimal est compris entre 300 et 400 m³/h. Ce débit impose des approvisionnements importants, aussi est-il exigé 50% de la fourniture totale en granulats avant le démarrage du chantier et un stockage de ciment minimal correspondant à une consommation de trois à cinq jours.

B . 2.6 - Mise en oeuvre

La mise en oeuvre du béton se fait au moyen de machines de répandage entre coffrages fixés ou à coffrages glissants. Sur les grands chantiers seuls les coffrages glissants sont employés.

Ces machines procedent de la malliere suivante:

- réparation du béton entre coffrages
- serrage du béton par vibration
- lissage du béton à la surface.

A la sortie de la machine, le béton présente un aspect régulier et plat. La rugosité est obtenue par un traitement supplémentaire de la surface. Il faut protéger le béton contre l'évaporation et la dissication en réalisant un film imperméable et adhérent au béton au moyen du produit de cure qui est pulvérisé à la surface.

B . 2.7 - Joints

Il faut distinguer les joints longitudinaux, les joints de construction ou transversaux, les joints de dilatation et la joints de retrait-flexion.

a) les joints longitudinaux sont des joints qui séparent deux bandes adjacentes. Un assemblage par rainure et languette ou en forme de profil ondulé est réalisé pour la transmission des charges entre les dalles. Des fers destinés à la liaison de deux dalles adjacents peuvent être mis en place dans les zones circulées par les atterrisseurs des avions.

b) les joints de construction ou transversaux. ce sont les joints d'arrêt de répandage en fin de journée ou en cas de panne prolongée. la dalle est retaillée de façon à obtenir un bord franc. Des fers de liaison de diamètre 16 à 20 mm, de 60 cm de long et espacées de 60 cm sont introduits le béton frais pour assurer la jonction et le transfert de charge entre les dalles à la reprise du chantier.

c) les joints de dilatation ne sont réalisés que dans les cas de conditions climatiques extrêmes. S'ils sont prévus, ils auront une épaisseur de 30 mm, goujormés et constitués par un corps compressible et la partie supérieure remplie d'un produit de joints pour empêcher l'infiltration des eaux de surface.

d) les joints de retrait-flexion sont destinés à localiser les fissures du béton, ils sont espacés de 5 à 7,50 m. Le sciage se fait sur 5 mm1 de largeur et sur une profondeur égale au 1/6 ou 1/5 de l'épaisseur de la dalle. Le goudronnage des joints de retrait flexion peut être réalisés dans des zones supportant les trains d'atterrissage pour améliorer le transfert de charge sans empêcher le retrait.

e) granissage des joints: Les joints doivent être soigneusement garnis pour éviter la pénétration de l'eau vers la couche de fondation. La technique de garnissage doit être maîtrisée. Les produits pour joints peuvent être à base de bitume et sont coulés à chaud. Il existe également des produits spéciaux non bitumineux, coulés à froid.

IV - CAS DE L'AEROPORT D'AGADIR AL MASSIRA

A) - Consistance des Infrastructures

Pour le cas de l'aéroport d'Agadir Al Massira:

- les études de recherches de site ont commencé en 1974-75
- les études proprement dites de l'aménagement du futur aéroport ont démarré en 1984 et se sont achevées en 1987
- les travaux ont été confiés à un groupement d'entreprises en 1988
- les travaux ont effectivement commence en Mars 1989 et achevés en Novembre 1992

Le plan de masse de l'aéroport fait ressortir l'ensemble de ces infrastructures ainsi que la composition des structures des différentes aires.

La superficie totale des chaussées revêtues sur cet aéroport est de l'ordre de 1.000.000 m² réparties en:

* une piste de 3.200 m x 45 m extensible à 3.930 m x 45 m avec accotements stabilisés de 7,50 m de large.

* une voie de circulation parallèle de 23 m de large et un réseau de bretelles de liaison de 4,200 m avec accotements stabilisés de 10,50 m de large.

- * une aire de stationnement principale de 150.000 m²
- * un poste de stationnement pour l'avion officiel
- * un poste de stationnement isolé
- * une aire de stationnement pour avions légers et hélicoptères de 25.000 m²
- * un parking automobiles d'une capacité de 1500 voitures
- * une route d'accès de 2 fois x 2 voies et de 6 Km de long

B) - Réalisation

La réalisation des infrastructures de l'aéroport a pu être exécutée grâce aux structures et dispositions mises sur place à savoir:

- L'installation d'un site technique
- L'affectation au chantier d'engins pour la réalisation des ouvrages à la hauteur
- La méthodologie d'exécution

LEGENDE

CHAUSSEES RIGIDES

- Sol ciment : 20 cm
- Beton hydraulique : 30 cm

CHAUSSEES SOUPLES

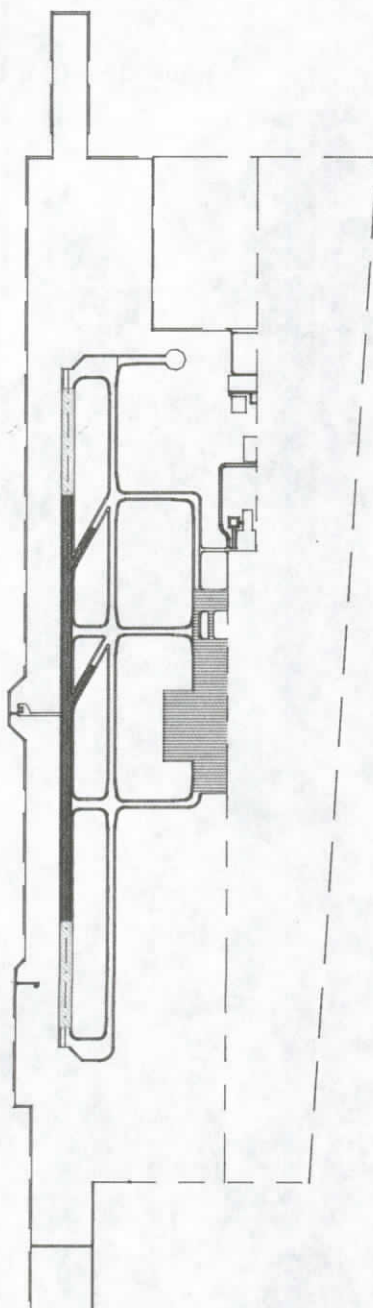
- GNA 0/315 : 23 cm
- GBB 0/20 : 12 cm
- EB 0/10 : 06 cm

CHAUSSEES SOUPLES

- GNA 0/315 : 18 cm
- GBB 0/20 : 10 cm
- EB 0/10 : 06 cm

CHAUSSEES RIGIDES (Aire de stationnement)

- Sol ciment : 0.20 cm
- Beton hydraulique : 0.33 cm

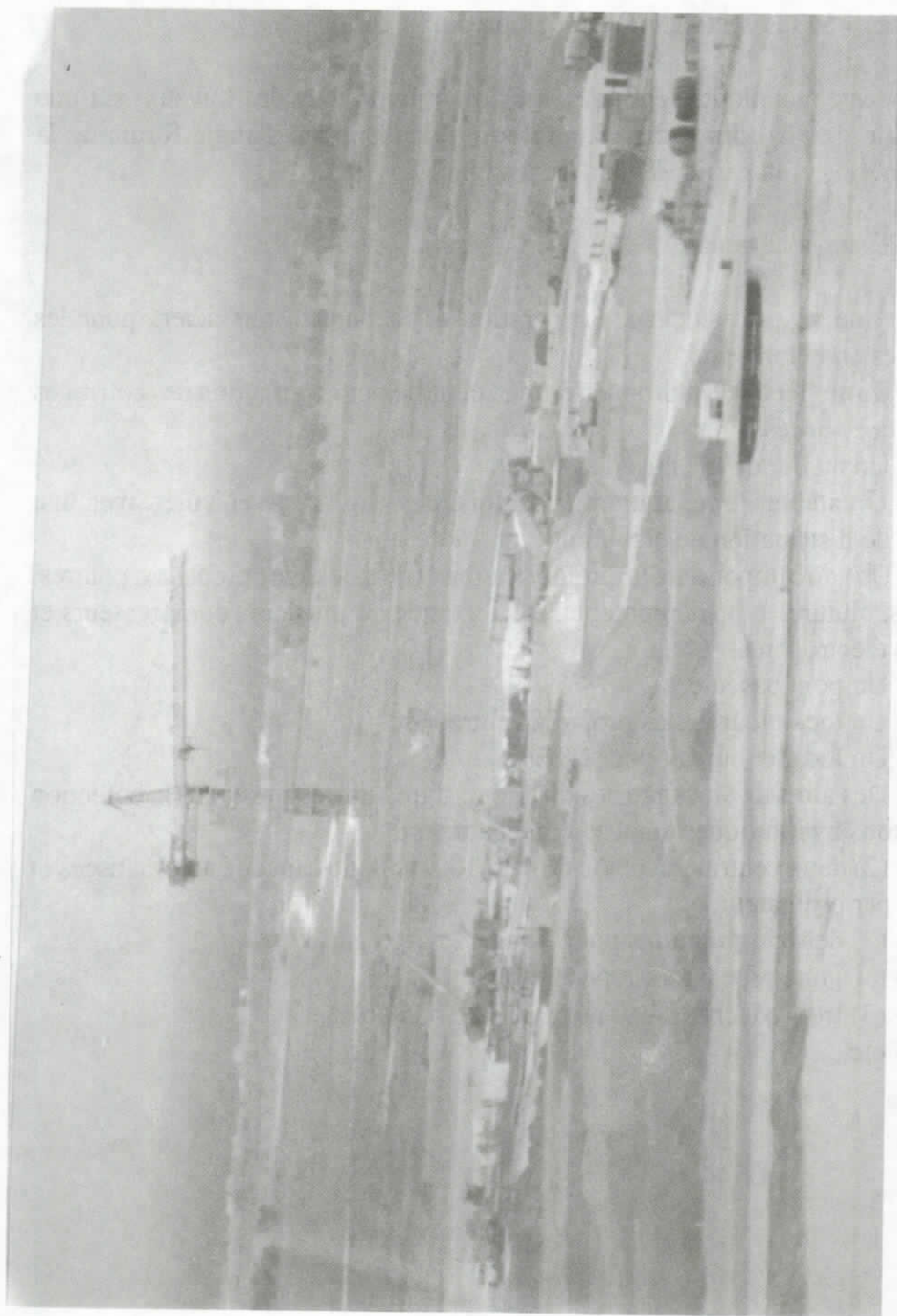


NOUVEL AEROPORT D'AGADIR " AL MASSIRA "

INFRASTRUCTURES AERONAUTIQUES



VUE AERIENNE DU SITE TECHNIQUE



SITE TECHNIQUE DE STOCKAGE DE PREPARATION ET DE FABRICATION

B .1 - SITE TECHNIQUE (photos n° 1 et 2)

Le site technique a été aménagé durant la période des travaux sur une superficie de (10) dix hectares environ et localisé dans l'angle forme de la bretelle "LL" et la partie EST du Taxiway "FF" .

Ce site comprenait:

- Une aire de stockage préparation et façonnage des aciers pour les ouvrages en béton armé.
- Un atelier de chaudronnerie et ferronnerie pour confection des coffrages métalliques nécessaires.
- Un atelier de menuiserie.
- Un atelier de réparation mécanique des engins et véhicules avec une station de distribution de carburant.
- Une aire importante de préfabrication et de stockage (prédalles, poutres, regards, clôtures type démontable, etc...) dotée de plusieurs compresseurs et groupe électrogène.
- Un pont bascule.
- Un local pour essais propre à l'entreprise.
- Un local et bureau pour LPEE.
- Des aires de stockage des différents agrégats destinés pour la confection des bétons hydrauliques de piste et de bâtiment.
- (2) deux centrales à béton de 40 à 100 m³/h de capacité automatisées et gérées par ordinateur.
- (2) deux installations pour lavage des agrégats.
- (1) une grue à tour type H3 - 36.
- (3) trois bâches à eau de 50 m³ démontables.
- etc,...

B . 2 - MATERIEL DE CHANTIER

Ce matériel est reparti suivant les spécificités des travaux comme suit:

a) - Terrassements généraux (photo n° 4)

- 4 tracteurs avec lame et ripper .
- 4 bulldozers .
- 2 citernes d'arrosages.
- 4 décapeuses automotrices "SCRAPER" de 14 à 22 m3 de capacité.



PARC COMPLET DE TERRASSEMENT

- 2 niveleuses à lame et ripper.
- 2 arroseuses de 30.000 litres avec pompes répandueuses.
- 4 compacteurs vibrants .
- 40 camions.
- baches à eau.

b) - Chaussées aéronautiques souples

- 1 Centrale d'enrobé de 25 250 T/h .
- 2 GE 550 KVA 125 KVA et 38 KVA.
- 1 Stockage bitume 60 m³
- 1 Stockage bitume 60 m³
- 1 Stockage 12 m³
- 1 Stockage bitume mère - 80 m³
- 2 Chargeurs
- 1 Finisseur
- 4 Compacteurs vibrants 14 T
- 1 Stockage C 60m³
- 1 Stockage Bitume fluidifié 40 m³
- 1 Répandeuse 8 m³
- 2 Camions citernes arrosage
- 1 Centrale humidification 300 T/H
- 1 Niveleuse CAT 14 G + Lase
- 1 Compresseur 5 m³/mn
- 1 Camion ravitailleur
- 1 Camion graissage
- 1 Micro informatique IBM PS 60
- 1 Laboratoire
- 1 Scie pour enrobés
- 1 Balayeuse
- 16 Camions CBH 280 x 4 - RV
- 8 Tracteurs 4 x 2 RVI R3 10
- 2 Tracteurs 4x2 RVI R340
- 10 Semi-citernes 25 T
- 1 Tracteur agricole

c) - Chaussées aéronautiques rigides

La fabrication est assurée par la centrale à béton mobile définie ci-après

Centrale à béton mobile

- Débit en béton: 180 m³ /h
- Débit en grave 500 T/h

Le béton est mis en place par une machine sur chenille avec coffrage couissant d'une largeur variable de 8 à 10 m qui comprend également un dispositif d'introduction du liège expansé pour joints de retrait avec sciage (photo n° 17)

C) - METHODOLOGIE D'EXECUTION

Cette méthodologie a nécessité un travail préparatoire important défini comme suit:

- établissement des cubatures des mouvements des terres profils en long et profils en travers par ordinateur vue l'importance et la précision demandée.
- établissement d'un planning de phasage munitieux précisant les différentes tâches à exécuter à la chaine dans les temps impartis .
- mise en place d'une équipe d'encadrement suivant un organigramme détaillé pour faire face aux différentes tâches d'exécution.
- plusieurs études de fomulation de béton hydraulique et bitumineux tenant compte de la qualité silicieuse des agrégats de la région d'Agadir et du respect des exigences techniques spécifiées dans le cahier des charges.
- planches d'essai avec toutes les études de laboratoire qui s'imposent.

a) - C'haussées rigides

Les travaux des chaussées aéronautiques en béton de ciment ont été exécutés dans l'ordre suivant:

1 - décapage de la terre végétale sur 30 cm d'épaisseur à l'aide d'engins de grandes capacités type SCRAPER de 14 à 22 cm³

2 - terrassements généraux suivant les profils appropriés par un système d'autoguidage au laser (photos n° 5 et 6).



VUE AERIEUNE DES TERRASSEMENTS GENERAUX DES PLATES FORMES ET CHAUSSEES AERONAUTIQUES



VUE D'ENSEMBLE DE L'ATELIER DE TERRASSEMENT DES PLATES FORMES AERONAUTIQUES





ATELIER DE REPANDAGE DU SOL CIMENT CONSTITUANT LA COUCHE DE BASE DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES
TYPE RIGIDES

3 - décapage et transport du sol destiné à fabriquer la couche de fondation en sol ciment par la centrale à béton .

4 - mise en place de cette couche de fondation en sol ciment sur 20 cm d'épaisseur par train de bétonnage réduit de 5 à 10 m de large puis compactée (photos n° 7 et 8).

Pour éviter la dessiccation de cette couche, une couche d'imprégnation au cut back 0/1 à raison de 400 g/m² a été mise en place permettant ainsi l'évolution des engins devant rouler sur ces plateformes.

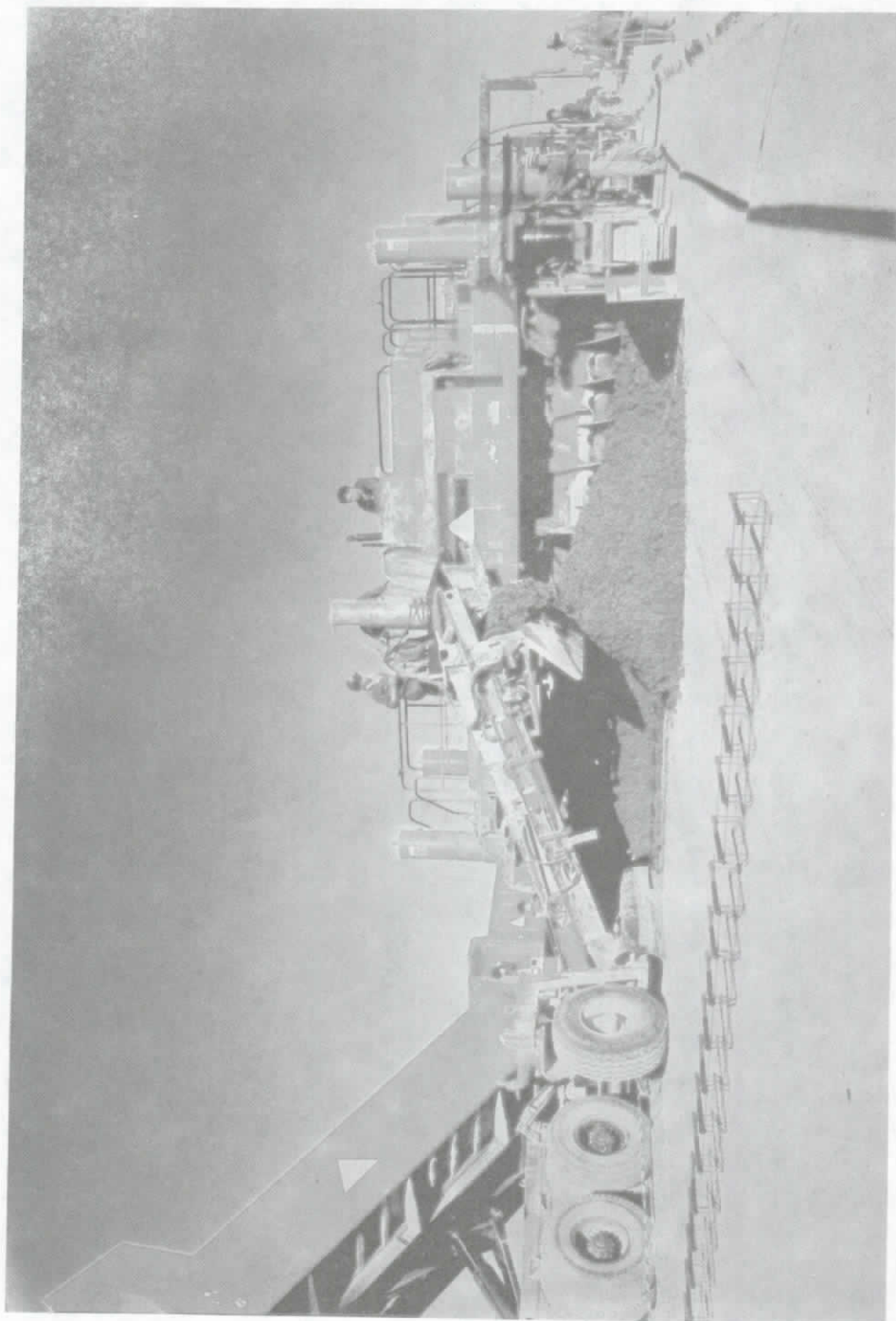
5 - mise en place d'un polyane facilitant la mise en place de la dalle en béton hydraulique pour éviter surtout l'absorption de l'eau par la couche sous-jacente.

6 - mise en place des paniers à goudrons dans les joints de retrait suivant un plan de calepinage détaillé respectant la formule de Eisenman qui stipule que la grande dimension de la dalle doit toujours rester inférieure à 25 fois l'épaisseur.

7 - exécution de la dalle de béton par bandes alternées à l'aide d'un train de bétonnage avec coffrage glissant dormant au franc de cette dalle une ondulation telle que détaillée au plan (photos n° 12, 13 et 14).

Les joints de construction de ces dalles après leur séchage, recevront des fers de liaison après perçage du flanc.

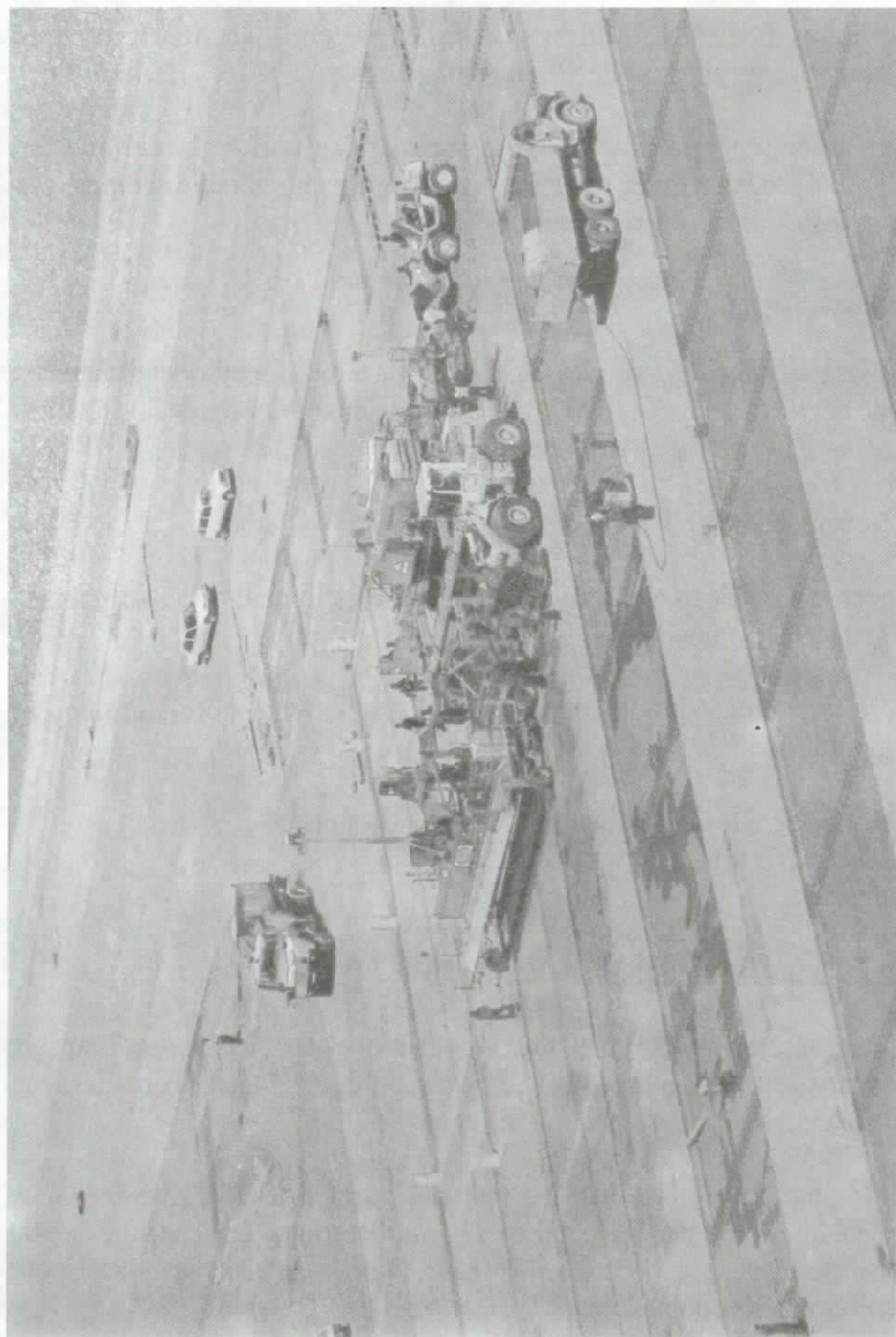
Le béton de cette couche comportera des adjuvants tel que entraîneur d'air en plastifiant qui permettent de réduire les vides et augmenter la maniabilité et la résistance du béton.



VUE FUYANTE DU TRAIN DE BETONNAGE DE LA COUCHE DE ROULEMENT EN BETON HYDRAULIQUE

CHASSISSE RIGIDE - MISE EN PLACE DE LA COUCHE DE ROULEMENT EN BETON HYDRAULIQUE





TRAIN DE BETONNAGE DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES " RIGIDE "

Les joints de terrains localisés au droit des paniers à gauche seront garnis par un joint en liège expansé de 40 mm de hauteur.

La surface de cette chaussées rigide, après striage immédiat, a été protégée par des produits de cure avec un dosage plus important pour tenir compte des conditions climatiques du site (photo n° 19)

NOTA

Après exécution des terrassements et avant la mise en oeuvre des différentes couche de corps de chaussée, il a été procédé à la mise en place des différentes buses et fourreaux devant abriter les différents réseaux tels que:

- réseau eau potable et incendie
- réseau électrique MT alimentant le balisage lumineux des différentes parties de l'aire de mouvement
- réseau électrique alimentant les équipements aéronautiques et météorologiques de la piste d'envol
- réseau de télécommunication et de surveillance
- réseaux de drainage
- etc ..

b) - Chaussées souples (photos n° 20 et 21)

Quant aux travaux de chaussées aéronautiques souples, après décapage, terrassements généraux et la mise en place des différents fourreaux des réseaux enterrés, ont été réalisés de la manière suivante:

1- la couche de fondation d'une épaisseur variable de 18 à 23 cm en GNA 0/31,5 a été humidifiée par une centrale d'humidification d'une capacité de 300 m³/h et mise en place à l'aide de niveleuse équipée de récepteur laser pour respecter les profils adoptés.

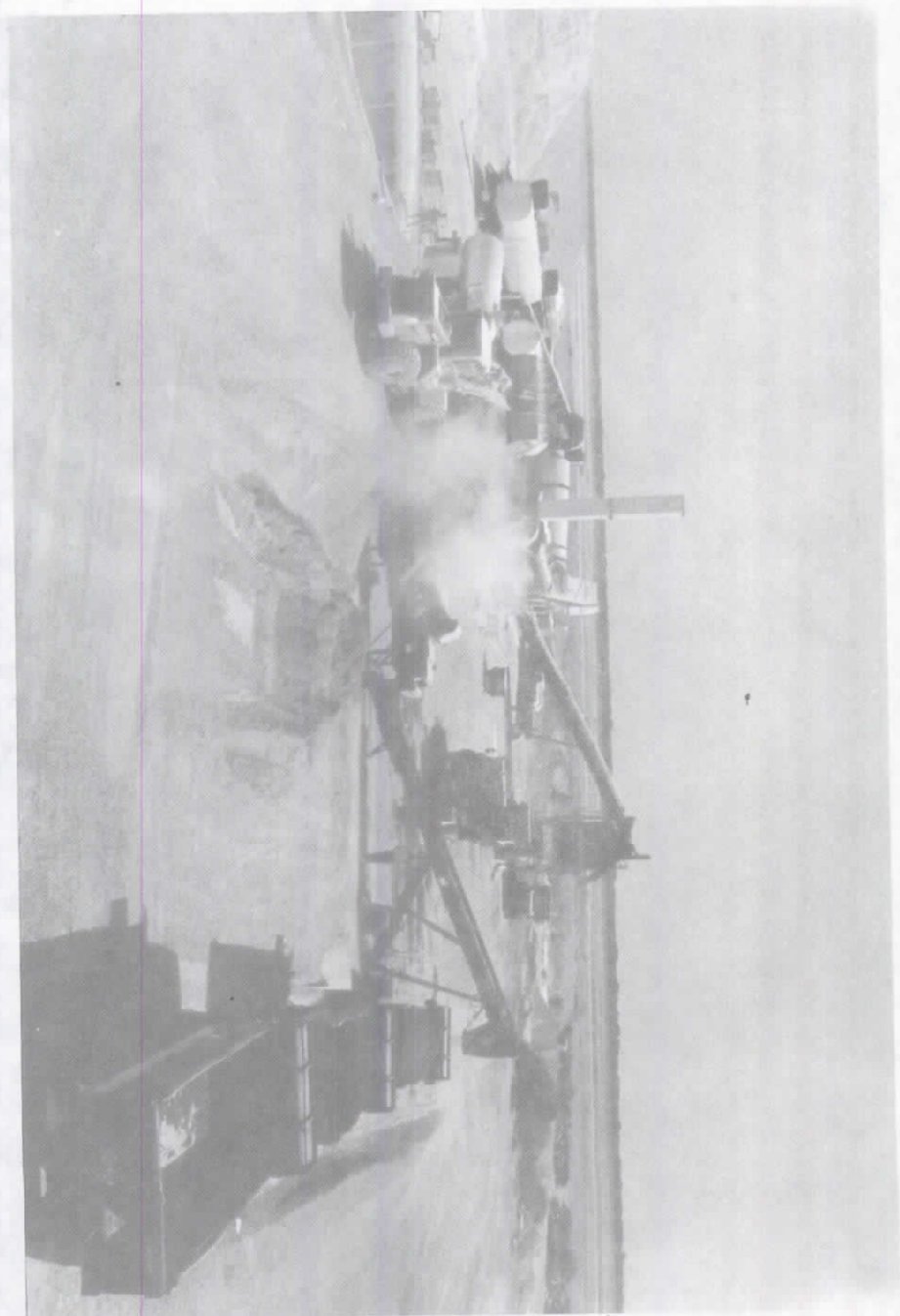
Cette couche a été compactée par un atelier adéquat découplant des planches d'essai et essais de laboratoire.

2 - la couche de base a été réalisée par une grave-bitume 0/20 d'une épaisseur variable de 10 a 12 cm suivant calepinage qui tien compte de la pente de la piste et des vents dominants.





VUE GENERALE DU PARC COMPLET Y COMPRIS STATION D'ENROBAGE POUR LA REALISATION DES CHAUSSEES SOUPLES
AERONAUTIQUE ET ROUTIER EN BETON BITUMINEUX



Claussées souples

Centrale d'humidification et d'embagage

" SITE TECHNIQUE "

Cette grave bitume a été fabriquée par la centrale d'enrobage type hermont d'une capacité de 250 t/h avec une cheminée de fumée garnie de filtres pour éviter toute pollution de l'air.

Avant son application une couche d'imprégnation au cut back 0/1 (1,2 Kg/m²) a été appliquée sur la couche de fondation qui joue le rôle d'interface.

Cette couche a été mise en place par une finisseur équipé de récepteur laser pour respecter les profils arrêtes.

3 - la couche de roulement a été exécutée par un béton bitumineux 0/10 d'une épaisseur variable de 6 à 7 cm confectionné par la centrale d'enrobage et transporté par des camions bachés pour garder la température requise,

Avant l'exécution de cette couche il a été procédé à des essais d'uni pour détecter les zones à reprendre éventuellement de la couche de base et l'application de la couche d'accrochage à l'émulsion de bitume à raison de 0,5 Kg/m².

Cette couche de roulement a été mise en place suivant un calepinage décalé par rapport à celui de la couche de base par six bandes longitudinales de 7,5 m de large en tenant compte de l'axe.

L'atelier de répardage a ,été exécuté par un finisseur doté de récepteur laser.

L'atelier de compactage a été défini par les planches d'essai et essais de laboratoire et comprend des compacteurs à pneus avec jupe et des cylindres vibrants.

Avant l'exécution du balisage diurne de ces aires de mouvements à l'aide de peinture routière des enduits résistants aux hydrocarbures (anti-kérosène) ont été appliquées pour protéger la couche de roulement du deversement accidentel de kérosène lors des phases d'atterrissage et de décollage des aéronefs.

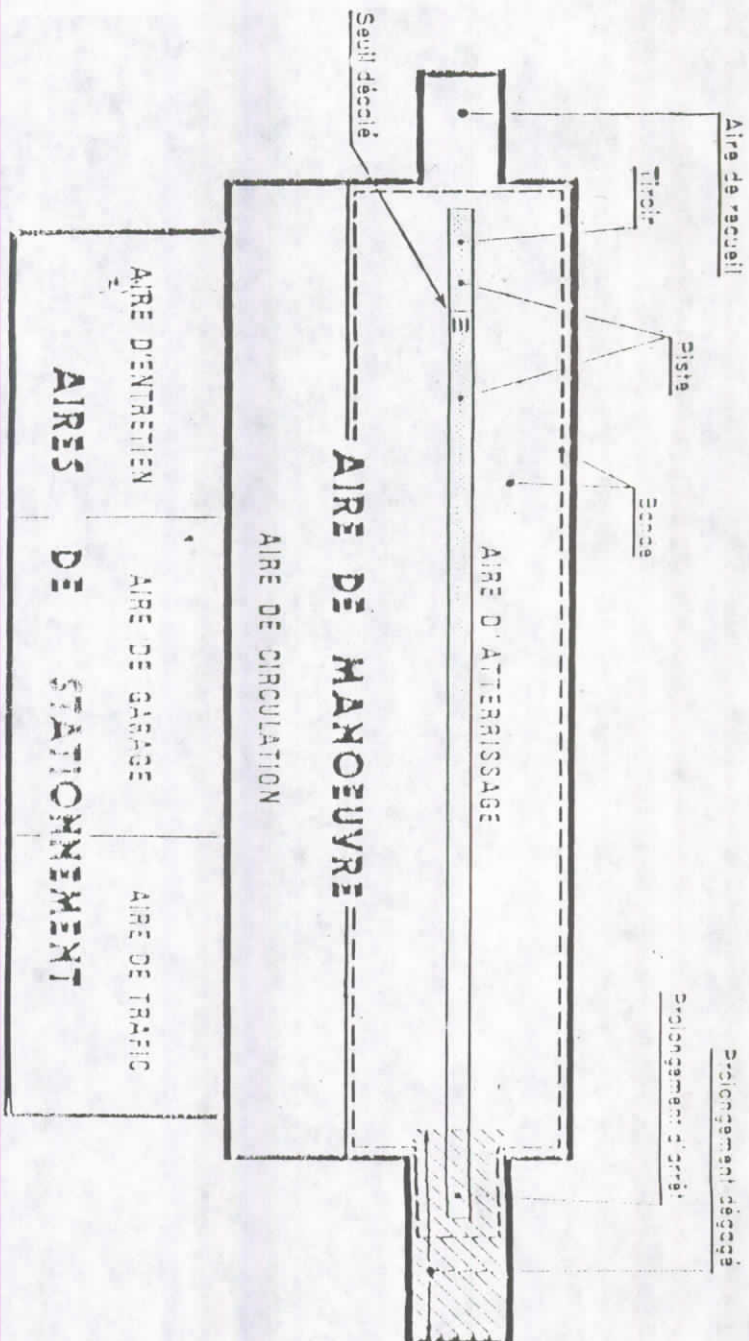
Enfin, il est important de préciser que les accotements des chaussées aéronautiques souples et/ou rigides ont été stabilisés par un corps de chaussée de largeur variable de 7,50 à 10,50 m GNB un315 de 0,15 m +BB 0/10 de 0,03 m.

Ces accotements stabilisés ont été mis en place pour les objectifs suivants (photo n°11)

- servir de bande anti-souffle (réacteurs des avions)
- la sauvegarde des balisages lumineux (projectiles)
- améliorer le drainage des chaussées aéronautiques et assurer une meilleure longévité de ces ouvrages.
- assurer la circulation des véhicules d'entretien et de maintenance.

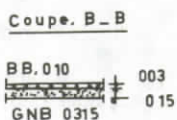
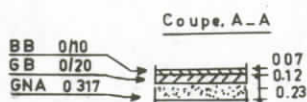
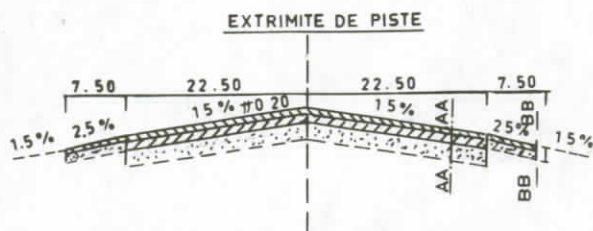


ATELIER DE REPANDAGE DU BETON PLATS DU TAXIWAY - ARROSSAGE DES ACCÔTEMENTS



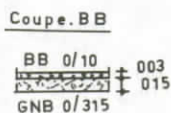
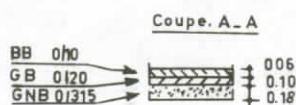
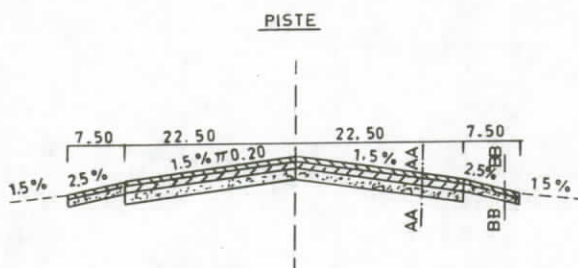
PLAN DE PRINCIPE DES
DIFFERENTES PLATE FORMES
AERONAUTIQUES

DESS. _____
DATE 28/12/92
N° 05



CB 0/1 = 1.2, Kg/ m²

EB 65% = 0.5, Kg/ m²



CB 0/1 = 1.2, Kg/ m²

EB 65% = 0.5 Kg/ m²