

AEROPORT D'ORAN ES-SENIA

Par :
Farouk CHIALI
Chargé d'Etudes et de Synthèses

1 INTRODUCTION

1.1 Présentation de l'aéroport

Situé à 15 Km au Sud d'ORAN, l'aéroport d'ES-SENIA a été utilisé dès le début de la Seconde Guerre Mondiale par l'armée américaine. Il comportait alors une seule piste dite "Piste Algérienne" de 500 mètres de long. Depuis cette époque et jusqu'à ce jour, il a fait l'objet d'extensions successives résumées ci-après (voir Annexe 1) :

- Avant 42 : Piste "Algérienne" de 500 m de long réalisée en 2 couches de gravillon et d'émulsion de bitume (3,7 cm d'épaisseur totale) sur le sol naturel.
- 1943 : Piste de circulation et aires de stationnement construites par l'Armée Américaine ; revêtement en gravillon et bitume sur pierres concassées calcaire ou tuf de 10 cm appliqué directement sur le sol naturel.
- Fin 1943 : Piste 07/25 - 1800 m x 45 m achevée. Revêtement en gravillon et bitume sur du tuf de 15 cm d'épaisseur.
- Piste accessible aux appareils de 40 tonnes.
- 1950/51 : Piste Nord-Sud - 1680 m x 45 m dont 120 m en béton de ciment et 2 voies de circulation, accessible aux appareils de 60 tonnes.
- 1952 : Section bétonnée (07).
- 1953 : Section bétonnée (25).
- 1953/54 : Piste 07/25 - allongée à 2024 m.
- 25/11/54 : Piste 07/25 - allongement vers l'Ouest
- Portée à 2440 m - achevée avec P.O.R. de 100 m. Construction d'une aire de stationnement devant les hangars achevée.
- 1958 : Rajeunissement du revêtement.
- 1960 : Aéroport civil.
- 1962 : Le dernier tapis d'enrobé.
- Avant 66 : Piste 07/25 ; longue de 2545 m dont 1532 m en enrobé.

- 1970 : Projet pour l'allongement de la piste 07/25 sur 615 m ; corps de chaussée :

- 7 cm d'enrobé dense
- 12 cm de binder
- imprégnation
- 50 cm de tuf calcaire 0/40 compacté à l'eau

- 1974 : Allongement réalisé. Ce qui porte la piste à environ 3060 m.

- Mai 1981 : Fermeture de l'aéroport pour la reconstruction totale de la piste principale 07/25 et du parking - renforcement du taxiway et des bretelles - extension du parking de 8 à 16 postes.

L'objet de ce rapport est de présenter le projet et les choix arrêtés, les observations faites sur le site durant les travaux, enfin, les problèmes rencontrés pendant la réalisation et les solutions retenues.

1.2 Le Sous-sol

La principale particularité de cet aéroport est son implantation dans une zone faisant partie du vaste domaine de la grande SEBKHA qui est une dépression fermée comprise entre la chaîne côtière du MURDJADJO et la chaîne intérieure de TESSALA.

La SEBKHA actuelle n'est, en fait, que le résidu d'une SEBKHA beaucoup plus grande qui devait annexer la plaine formant une auréole autour de la SEBKHA actuelle. Une grande partie de la SEBKHA primitive se trouve actuellement exondée d'une manière permanente et, c'est justement dans cette zone que se trouve l'aéroport.

CARACTERISTIQUES DU SOUS-SOL

- gypse pur à 96% dont 85% environ de $CaSO_4$
- insolubles : 3 à 4 %

- épaisseur de la couche de gypse : plusieurs mètres (dépassant même 40 mètres par endroits) recouvert d'une mince couche de sol organique marron ou noir et d'une maigre végétation.

CARACTERISTIQUES DU GYPSE

Le gypse présente :

- * une composition chimique constante,
- * une bonne compacité,
- * une très faible perméabilité,
- * solubilité dans l'eau douce à 25° C : 2,4 g/l,
- * solubilité dans l'eau en présence de sels (NaCl notamment, MgCl₂, etc) environ 10 g/l,
- * teneur en NaCl : 1% environ.

CARACTERISTIQUES DE L'EAU

Les différents relevés piézométriques effectués sur l'aérodrome depuis quelques années nous ont été utiles pour cerner et comprendre, un tant soit peu, les effets de l'eau.

D'abord il existe une nappe généralisée, localement perturbée, et dont le rôle est extrêmement important :

- elle n'est pas immobile mais se caractérise par un écoulement très lent qui a son origine à l'Ouest et son exutoire dans la SEBKHA.
- La pente générale du plan d'eau est très faible et ne permet pas des débits élevés.
- Il existe un écoulement souterrain préférentiel situé à l'extrémité Ouest de la piste.
- Le niveau de la nappe qui se situe à la cote 86,5 m NGA en moyenne soit environ 3 m au dessous du terrain naturel, ne fluctue que très peu -50 cm environ au cours d'une année.

Ensuite, cette nappe est alimentée par :

1 - l'eau qui provient de la chaîne du MURDJADJO et / ou de la DAYAT MORSLI. Cette eau, à son passage dans la zone de l'aéroport est probablement déjà saturée en sulfate de calcium et en sels divers, de sorte qu'elle ne présente que peu - ou pas - de risque de dissolution de gypse.

2 - les eaux pluviales qui arrosent toute la zone. Une partie de cette eau s'évapore, le reste s'infiltre. Nous verrons plus loin que cette eau est la cause essentielle dans la formation des cavernes.

3 - l'injection des eaux usées en provenance des zones urbanisées (ES-SENIA) et de la zone industrielle. Il n'est pas exclu que cette eau, du moins en partie, traverse l'aéroport.

Enfin, les analyses chimiques de l'eau prélevée les 18 Novembre 1981 et 18 Septembre 1982 ont donné les résultats suivants en mg / l :

	1981	1982
Ca++	952	820
Mg++	513	554
Na+	1.900	2.875
K+	45	48
Cl-	3.953	4.899
SO ₄ --	2.600	3.250
HCO ₃ -	622	415
TOTAL	10.585	12.861

C'est dire que les risques d'instabilité liés aux phénomènes "Karstiques" sont d'autant plus grands que la nappe phréatique est à 3m de profondeur et que l'aéroport se trouve à proximité de la grande Sebkha - immense réservoir naturel de sel de cuisine. Dès lors, les désordres observés sont dûs en grande partie à la dissolution du gypse par les eaux pluviales.

C'est ainsi que les infiltrations localisées ont été à l'origine de la formation de deux (2) types de cavernes (voir Annexe 2) :

- type I : cavernes superficielles d'environ 1 m de profondeur et 1 m de diamètre.
- type II : cavernes en forme de soucoupe situées au niveau supérieur de la nappe et dont le diamètre dépasse souvent 3 m pour une hauteur de l'ordre de 1,5 m.

Par ailleurs,

- l'hétérogénéité de la piste,
- l'absence de corps de chaussée de la piste (à l'exception de l'allongement de 1974),
- l'intervention quasi permanente du service de génie-civil de l'Entreprise Nationale d'Exploitation Météorologique et Aéronautique (E.N.E.M.A.) pour réparer les dégradations de l'aérodrome,
- les fissurations des dalles et de l'enrobé,
- les tassements importants constatés ici et là,
- enfin le développement du trafic aérien (augmentation du nombre de mouvements par jour, poids des avions croissant : la charge par boggie des Boeing 747, contrairement à celle des avions de 1945, risquait de faire effondrer le toit de cavités larges et profondes), sont autant de facteurs ayant nécessité la réfection totale de la piste et le renforcement de ses annexes.

C'est pour toutes ces raisons que l'aéroport fût fermé au trafic le 17 Mai 1981. L'annexe 3 décrit l'état de la piste à cette date.

1.3 Tranchées de reconnaissance

Présente sur le site dès le 6 Juin 1981, l'Entreprise Publique des Travaux Publics d'Oran (E.P.T.P.O.), chargée des travaux, a procédé au creusement de huit (8) tranchées de reconnaissance (voir annexe 4).

Le tableau "Coupes des tranchées" (page 45) suivant résume les observations et les coupes de ces tranchées.

1.4 Mise en évidence des cavernes

De ces observations nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1 - L'infiltration des eaux superficielles, par manque d'entretien des joints de dalles, est à l'origine de la formation de "cavernes" au droit des coins des dalles.

Les dimensions croissantes de ces cavernes de l'axe vers le bord s'explique par le profil en toit de la piste et par conséquent la quantité d'eau infiltrée au bord est plus grande qu'à l'axe où elle est pratiquement nulle.

2 - La probabilité de découvrir des cavernes de types I sous l'enrobé est plus faible que dans les parties dallées.

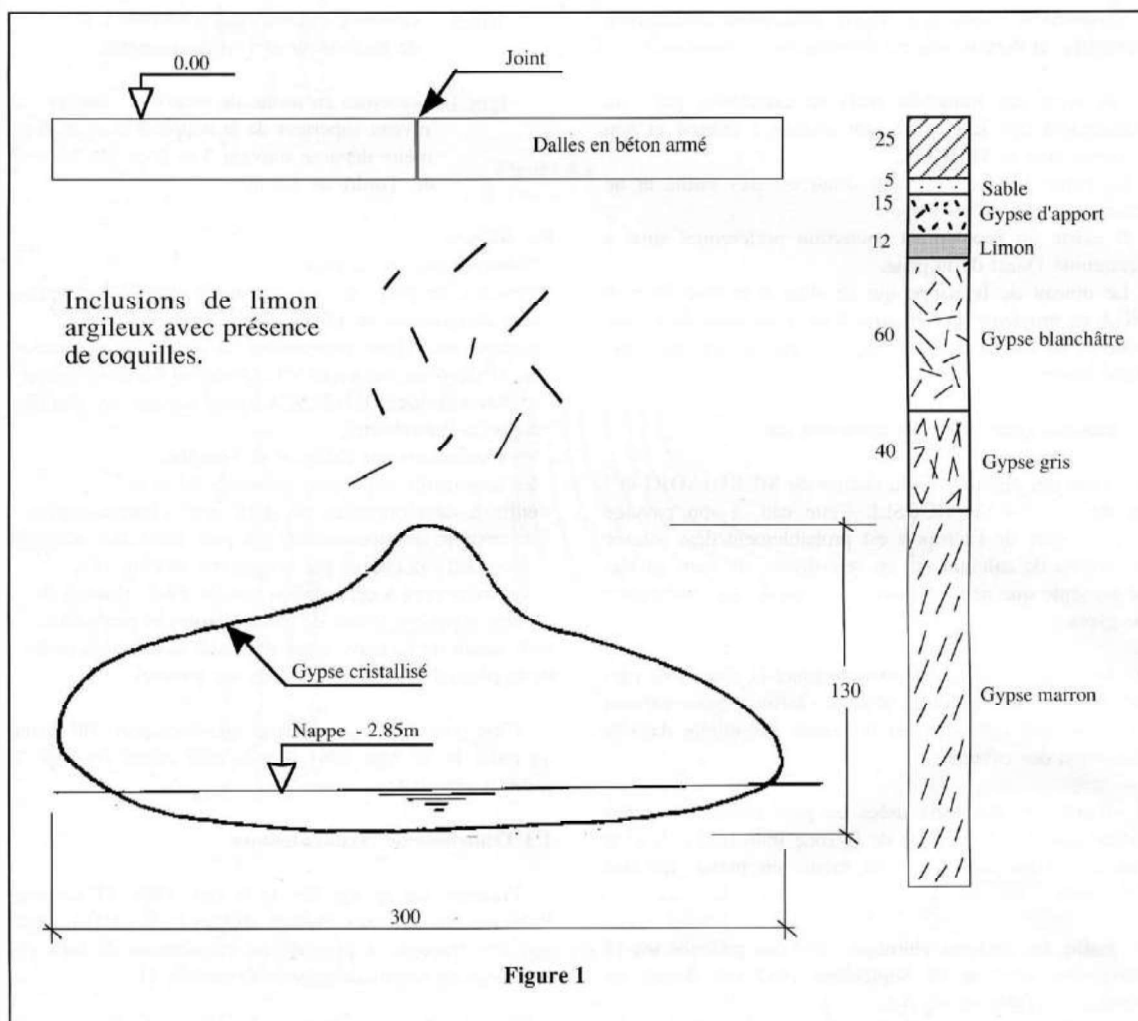
3 - Les déformations de l'enrobé sont dues essentiellement à la présence de la couche de terre végétale qui atteint par endroit 50 cm d'épaisseur.

4 - Les effondrements des parois des tranchées (PK 0+000 au PK 0+615) sont dus à une dissolution massive du gypse de la zone d'écoulement préférentiel de la nappe phréatique qui rejoint la Sebkhia au Sud de la piste. Partout ailleurs nous remarquons une excellente tenue des parois de gypse sur 3 m de haut dont 30 cm sous l'eau.

Le 25 Juin 1981 une tranchée fût creusée sur le tronçon en dalles armées (PK 1 + 130). A cet endroit les coins de dalles présentaient des fissures très importantes avec des tassements différentiels entre bords atteignant 5 cm. La coupe obtenue est représentée à la figure 1 ci-dessous.

Ce fût la première mise en évidence d'une caverne de type II située sous la piste. Les principales observations faites sur cette coupe sont résumées ci-après :

1) - La caverne se situe au droit d'un joint qui a été pendant des années l'extrémité longitudinale de la piste avant son extension (et qui, de ce fait, a canalisé l'infiltration de l'eau à cet endroit précis).



2) - La forme en soucoupe de 3m de diamètre au niveau de la nappe, ce qui est la conséquence d'une forte capacité de dissolution par la partie supérieure de la nappe (là où l'eau non saturée venant du dessus rejoint la nappe).

3) - La présence de coquillages noyés dans du limon argileux inclus dans le gypse sain (ce qui montre qu'au cours des 30 dernières années la vie animale a utilisé ces cavités).

4) - Enfin la cristallisation assez développée majoritairement sur les parois de la caverne.

De prime abord, la formation de cette caverne est due à l'infiltration quasi verticale des eaux pluviales à la verticale de cette caverne - témoins les inclusions de sable dans les ramifications jusque dans la caverne. Les hypothèses sur la formation de ces cavernes seront développées dans un prochain numéro de "Algerie EQUIPEMENT".

2 ETUDE DE LA PISTE

2.1 Choix du profil en travers

Après avoir rencontré ce type de cavernes sous la piste et compte tenu des observations faites dans les tranchées, il a été décidé de reconstruire complètement la piste de la façon suivante :

- 1) - démolition des dalles et décapage des parties souples,
- 2) - décapage de la terre végétale et éventuellement du gypse altéré jusqu'à atteindre le gypse sain,
- 3) - passage sur toute la piste d'un compacteur lourd (50 t) pour détecter les cavernes présentant un danger immédiat,
- 4 - pose d'une couche de forme en tuf d'épaisseur variable avec un minimum de 20 cm,
- 5 - construction du corps de piste selon l'annexe 5 (profil en travers type).

2.2 Dimensionnement de la piste

En négligeant la couche de forme, le corps de piste a une épaisseur réelle de 130 cm équivalente à 142 cm décomposée comme suit :

	Epaisseur réelle	Coef. Equiv.	Epaisseur Equivalente
Enrobé dense + béton bitumineux	22 cm	2	44 cm
Couche de base en tuf-ciment	20 cm	1,5	30 cm
Fondation en tuf	84 cm	0,75	63 cm
Tri-couches	4 cm	1,2	4,8 cm
TOTAL	130 cm		141,8 cm

En estimant le CBR = 7 % (valeur minimale obtenue in situ dans les tranchées) et, en prenant l'épaisseur $e = 140$ cm on détermine la charge admissible ($>>100t$) qui dépasse celle des aéronefs les plus contraignants, tels que le Boeing 747-200 ou le DC8. On obtient de même la valeur de la Roue Simple Equivalente :

$$(RSE) = 90 \text{ t}$$

On peut alors être tenté de conclure que la structure est surdimensionnée. C'est exact du point de vue des charges, cependant, dans le cas particulier de l'aérodrome d'Es-Sénia, l'épaisseur totale a été déterminée :

1) - Par les calculs statiques qui ont pris comme hypothèse de base le développement possible au cours de la vie de la chaussée d'une caverne de 3 m de diamètre et dont la voûte atteindrait le tri-couches.

2) - Par la cote projet (ligne rouge) permettant l'évacuation transversale des eaux de pluie jusqu'à 75 m de part et d'autre de l'axe de la piste.

3 TRAVAUX

3.1 Démolition

La première phase des travaux qui consistait à démolir les dalles et à décaper les parties souples n'a posé aucun problème particulier. Ce fût ensuite le décapage de la terre végétale retrouvée partout sur la piste et dont l'épaisseur varie de 10 cm à 1 m. La plateforme, ainsi préparée, était systématiquement circulée par un compacteur à pneus de 50 tonnes susceptible de détecter les cavernes qui présenteraient un danger certain (cavernes proches de la surface ou de grandes dimensions). Cette méthode nous a permis de découvrir quelques cavités.

D'autre part nous avons constaté sur la plateforme, notamment en début de journée, un étrange phénomène. Il s'agit de tâches blanchâtres correspondant à du gypse desséché.

L'élimination de ce gypse sec nous a permis de mettre en évidence des poches de terre végétale d'épaisseur variable (10 cm à 1,20 m) et dont la présence empêche les remontées capillaires. A 17,60 m au Sud de l'axe - PK 2 + 250 - une couche de 60 cm de gypse recouvrait ainsi une poche de limon de plus de 10 m³ contenant, entre autres, des centaines de coquilles d'escargots.

Les travaux se sont poursuivis avec la découverte de quelques cavernes de 3 à 4 m de diamètre. Puis sur le tronçon PK 1 + 000 au PK 1 + 300 nous y avons dénombré plus de 50 cavernes dont certaines de dimensions impressionnantes (plus de 6 m de diamètre) surmontées d'une faible épaisseur de gypse (20 cm) . Nous avons appelé ce tronçon "Zone des cavernes".

Entre le PK 0 + 800 et le PK 1 + 000, zone contiguë à la précédente, la couche de limon argileux dépasse 4 m d'épaisseur. Pour ce tronçon le décapage de toute la terre végétale ne pouvait être envisagé vu son importante épaisseur. En revanche, et, en l'absence de gypse, le ris-

que de formation de caverne est exclu. Aussi, il a été décidé de conserver le sol naturel en place à la cote théorique des terrassements.

Enfin, l'enrobé du tronçon PK 0 + 000 au PK 0 + 615 correspondant à l'allongement de 1974, bien que situé dans la zone d'écoulement privilégié de la nappe phréatique, n'a pas été décapé, l'Administration ayant décidé de construire à sa surface le corps de piste comme partout ailleurs avec une épaisseur minimale de 1,30 m y compris le treillis soudé.

Voilà résumée la 1ère phase des travaux au cours de laquelle les intéressantes observations faites nous ont permis de modifier le projet initial et de l'adapter aux conditions locales. Cela ne fût possible que grâce à l'intérêt manifesté par les différents organismes intervenant sur l'aérodrome - bureau d'études S.A.E.T.I., entreprise E.P.T.P.O. et laboratoire L.N.T.P.B.

3.2 La reconstruction de la piste

La suite des opérations a consisté à :

1) - purger les poches de terre végétale et délimiter les cavernes jusqu'à atteindre le gypse sain. Ces zones sont ensuite remblayées par couches successives de 20 cm de tuf compacté.

2) - mettre en oeuvre la couche de forme dont le rôle est triple :

- a) permet d'obtenir un bon uni dès les couches inférieures.
- b) évite le contact direct du treillis soudé avec le gypse.
- c) permet la circulation des engins de chantier.

Le matériau utilisé est le tuf brut concassé in-situ à l'aide de compacteurs pieds-de-mouton de 35 tonnes ; les éléments supérieurs à 100 mm sont éliminés soit manuellement soit à la niveleuse.

Les principales caractéristiques du tuf utilisé sont :

- $\text{CaCO}_3 \approx 80 \pm 10\%$
- $I_p = 10 \pm 2,5\%$
- $\gamma_d \text{ (OPM)} = 2,0 \text{ t/m}^3$
- $w \text{ (OPM)} = 10\%$
- L.A. = 50 à 60%
- C.B.R. (imbibé à 4 j) = 150%
- Granulométrie :
 - * 0/20 pour la couche de base (25% environ d'éléments < 80 μ)
 - * 0/40 pour fondation
 - * brut concassé in-situ pour les autres couches

3) - imprégner au cut-back 0 / 1 la couche de forme à raison de 1,2 kg/m².

Après pénétration et séchage du bitume,

4) - mettre en place le treillis soudé en 2 nappes.

Le treillis utilisé est fabriqué spécialement pour l'aérodrome. Il s'agit de rouleaux de 50 m de long sur 2,40 m de large - les aciers de 5 mm de diamètre forment des mailles carrées de 10 cm de côté. Il était prévu de tresser les rouleaux mais les déformations de ces derniers nous ont fait abandonner cette solution.

Les treillis sont déroulés côte à côte avec un recouvrement de 2 mailles. Les extrémités des aciers des rouleaux inférieurs sont recourbées sur les aciers des rouleaux supérieurs de telle sorte que les crochets assurent la continuité.

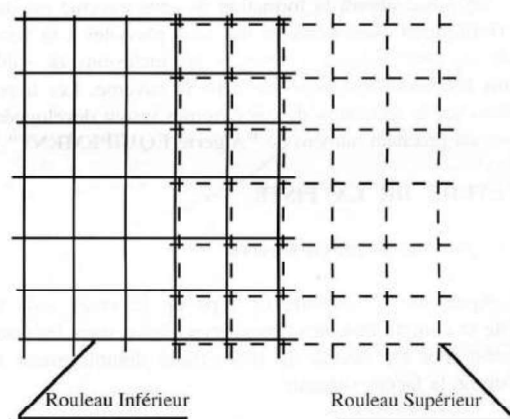


Figure 2

5) - imprégner le treillis au cut-back 0 / 1 - ce qui lui procure une première protection contre la corrosion.

6) - réaliser un enduit superficiel composé de 2 couches de 15 / 25 et d'une couche de 8 / 15 liées au bitume 150 / 250.

Ce tri-couche remplit trois (3) fonctions essentielles :

- d'abord protéger le treillis soudé contre la corrosion,
- ensuite arrêter les remontées capillaires,
- enfin permettre la circulation des engins de chantier, et en particulier les niveleuses, lors du malaxage de la première couche de fondation.

7) - mettre en oeuvre la fondation en 4 couches de 20 cm chacune compactées à 95 % de l'OPM. Le matériau utilisé est le tuf 0 / 40 concassé en centrale .

L'entreprise a tenté d'obtenir la granulométrie fixée par un concassage in-situ au pieds-de-mouton mais l'essai n'a pas été concluant et ce pour deux raisons :

- de gros éléments subsistent malgré un concassage intensif,
- le rendement est très faible (moins de 150 m³/j par engin).

8) - stabiliser au ciment la couche de base en tuf (0/20 (voir plus loin le chapitre sur la stabilisation).

9) - et enfin, pour terminer la superstructure de la piste, réaliser trois (3) couches d'enrobé :

- 10 cm d'enrobé dense 0 / 25
- 6 cm de béton bitumineux 0 / 15
- 6 cm de béton bitumineux 0 / 8

Soit au total 22 cm d'enrobé.

Quant aux accotements (2x7,50 m), ils sont remblayés en tuf brut concassé in-situ puis revêtus d'une couche d'enrobé 0/8 de 6 cm d'épaisseur.

Enfin, les bandes stabilisées latérales (2x45 m) sont désherbées et leur forme compactée. Le gypse sain et les produits de décapage des parties souples ont servi pour le remblai de ces bandes qui reçoivent en outre une couche de 20 cm de tuf compacté.

Une précaution supplémentaire est prise par la pose d'un enduit superficiel bi-couches sur les 5 m adjacents aux accotements. Le rôle essentiel de ce revêtement est d'éloigner, davantage de l'axe de la piste, les infiltrations d'eaux pluviales.

Ce sont là les différentes étapes de reconstruction de la piste principale et de ses annexes. Nous avons passé en revue chaque phase sans trop de détails mais il nous semble, et c'est tout l'intérêt que présente l'aérodrome d'Es-Senia, qu'il est utile de développer davantage trois (3) points particuliers à savoir :

- 1) - Les observations faites sur les cavernes et les hypothèses sur leurs formations,
- 2) - Le dimensionnement du corps de piste avec treillis soudé et les différents modèles considérés tenant compte de la présence de cavernes,
- 3) - La couche de base en tuf stabilisé au ciment; objet d'un prochain article dans cette revue.

4 PARKING ET VOIES DE CIRCULATION

4.1 Le Parking

A la fermeture de l'aéroport, le parking offrait 8 postes pour une superficie de 520 m x 95 m, mais ne pouvait pas recevoir de gros porteurs type Boeing 747. Aussi, il s'est avéré nécessaire de l'élargir. De même qu'il a été décidé d'augmenter sa capacité.

A l'achèvement des travaux 12 postes sont disponibles dans un parking de 1040 m x 140 m.

Comme la piste principale, le parking a été entièrement reconstruit. Les travaux ont porté sur :

- décapage de l'enrobé existant,
- décapage de la terre végétale jusqu'au gypse sain,

- détection des cavernes - mais il n'y en avait aucune,
- mise en place d'une couche de forme en tuf,
- réalisation de la couche de base en tuf-ciment,
- pose de 3 couches d'enrobé (0/25 - 0/15 et 0/8).

Bien que très fissuré, et, parce qu'il l'était, le parking ne renfermait aucune caverne. Cela s'explique peut-être en partie par le fait que l'eau de pluie s'infiltrait partout et donc comme il n'y avait pas de concentration d'eau, il y a eu une dissolution massive de gypse.

4.2 Les voies de circulation

Les travaux, pour toutes les voies de circulation, ne portent que sur un reprofilage de la surface et d'un renforcement minimal de 6 cm de béton bitumineux 0/8. Auparavant un compacteur lourd (50 t) a parcouru toutes les surfaces des voies de circulation pour détecter éventuellement les cavernes.

Le coût élevé de la structure employée pour la piste se justifie par les objectifs impératifs de sécurité maximale liés à la vitesse des avions. Les parkings et voies de circulation se trouvent de ce point de vue dans une situation différente.

Par ailleurs les méthodes modernes de détection des cavités (magnétotélurique artificielle notamment) permettront dans le futur des auscultations régulières.

5 TRAVAUX ANNEXES

Parmi les travaux annexes citons :

5.1) L'Assainissement du parking

- 1200 m de caniveaux,
- 2000 m de conduite pour l'évacuation de l'eau vers la Sebkhia.

5.2) Les conduits de câbles

ø 200 mm : 6500 m

5.3) La couche anti-kérozène sur le parking + sur les deux extrémités de la piste principale

5.4) La signalisation horizontale de l'ensemble de l'aérodrome

5.5) Contrôle topographique

Un levé topographique systématique de la piste principale (maillage de 2,5 m x 2,5 m) est réalisé. Le but de ce levé est de suivre l'évolution de la piste. Il sert ainsi de référence pour détecter les zones suspectes lorsque des tassements anormaux s'y produisent. Il sera alors nécessaire de suivre avec une attention particulière ces zones, de mener des investigations appropriées en vue de déterminer les causes exactes de ces tassements et intervenir, le cas échéant, afin de garantir l'exploitation de l'aéro-

drome en toute sécurité.

6 CONCLUSION

Cet exposé n'a pas la prétention de répondre à toutes les questions que se posent les ingénieurs chargés de réaliser des travaux similaires. Mais, la conclusion à laquelle nous sommes parvenus est que, dans les zones gypseuses, il est recommandé de réaliser :

- Soit une structure parfaitement étanche et canaliser les eaux superficielles pour les jeter le plus loin possible.

- Soit une structure entièrement perméable pour éviter toute infiltration localisée.

Il est en outre indispensable d'effectuer une étude

hydrogéologique pour bien connaître les écoulements de la nappe et ses fluctuations, le degré d'agressivité de l'eau ainsi que les principaux facteurs influençant la formation des cavernes.

L'avenir nous dira si l'expérience du treillis soudé, première réalisation de cette nature au monde à notre connaissance, a été concluante.

Le résultat auquel nous avons abouti est le fruit d'une étroite collaboration entre tous les services qui ont participé à cet ouvrage : l'Administration par ses orientations et ses décisions parfois courageuses mais toujours responsables, le bureau d'études S. A. E. T. I. par ses conseils, l'entreprise E. P. T. P. O. par sa disponibilité enfin le laboratoire L. N. T. P. B. par son dévouement, ont fait montre d'une parfaite complémentarité pour mener à bien ce projet.

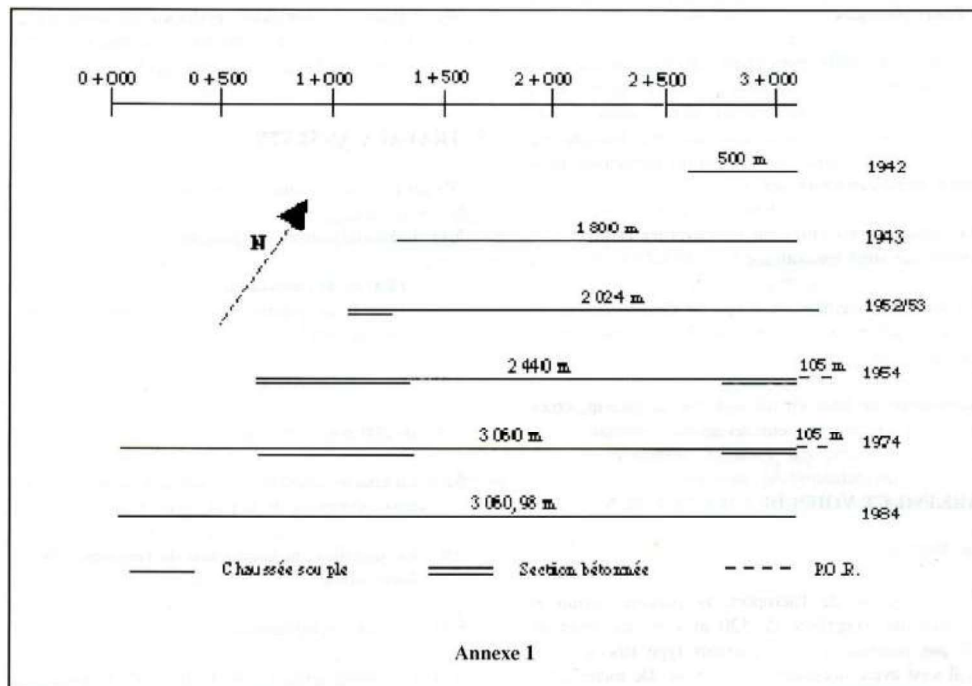
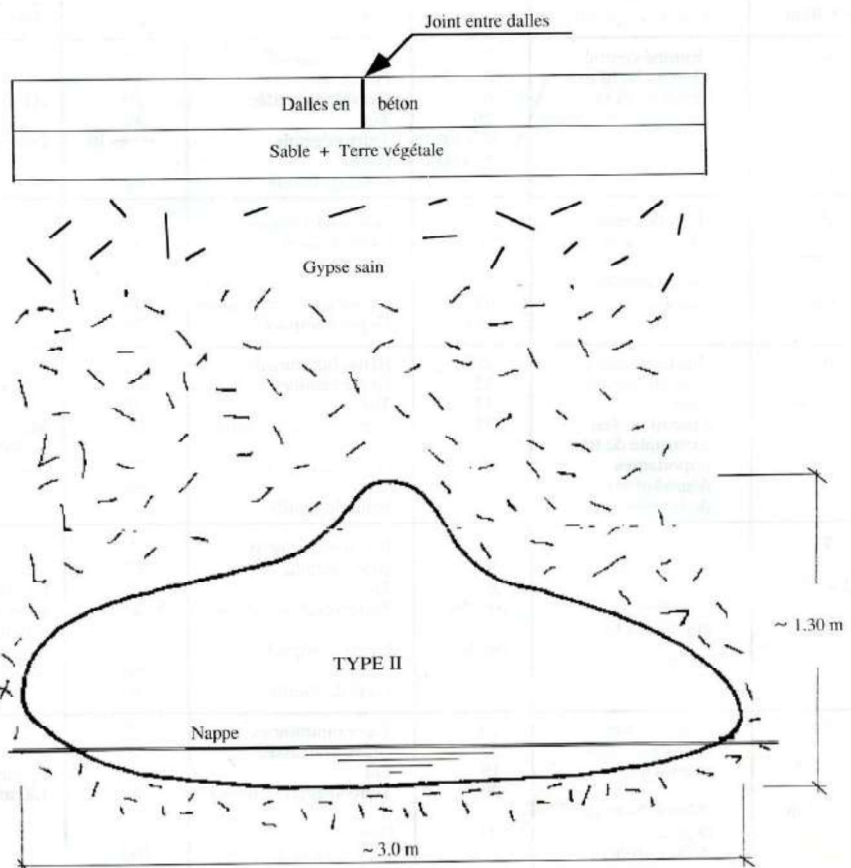
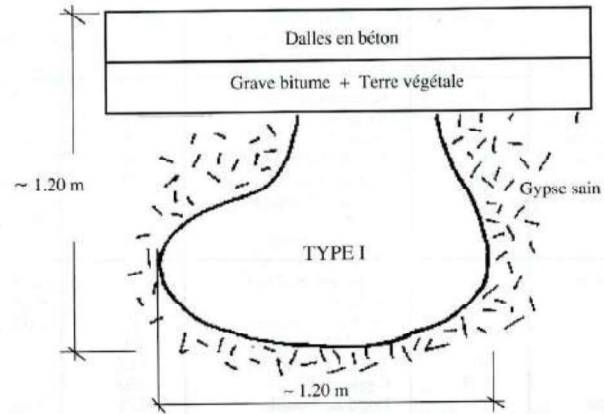


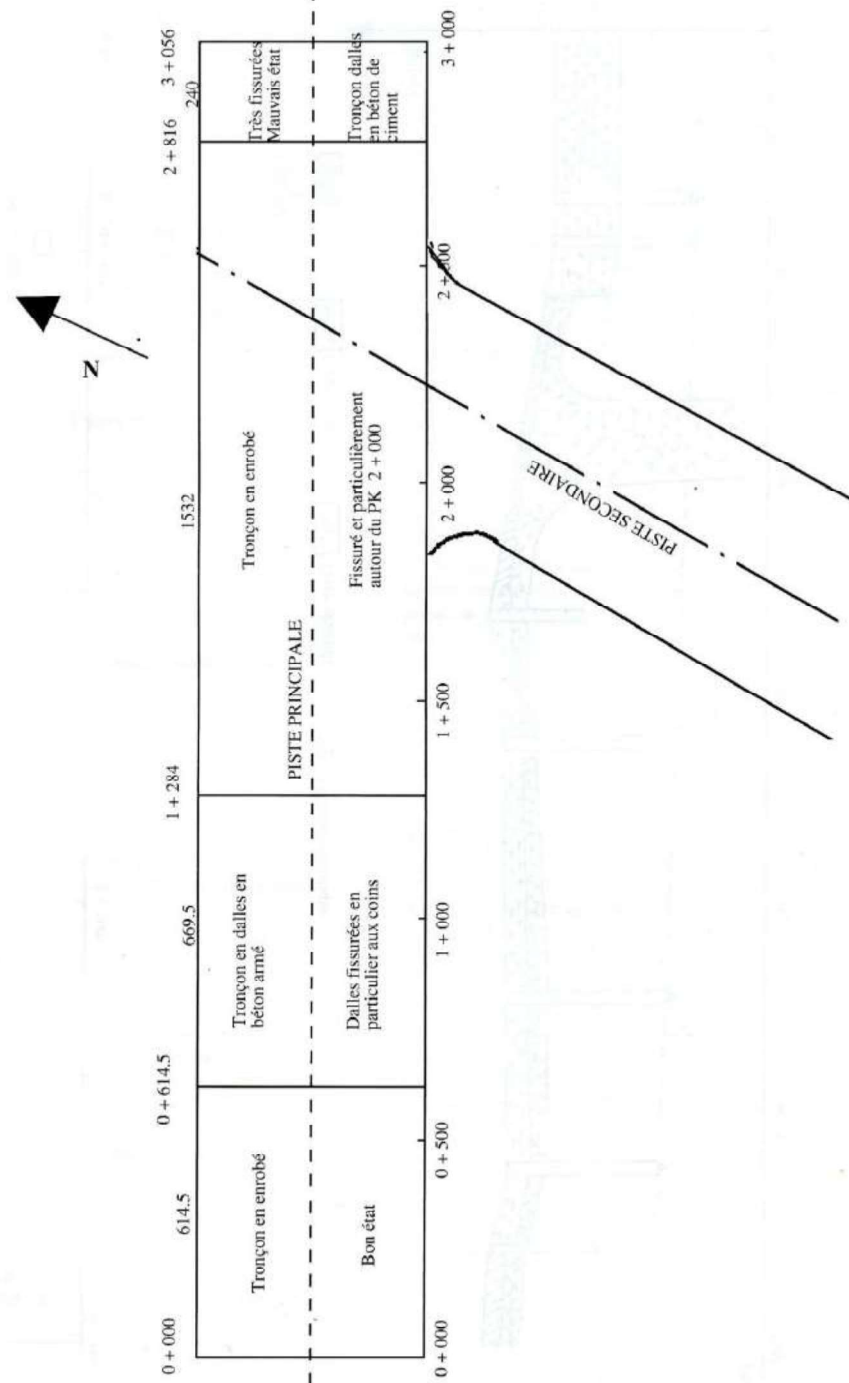
TABLEAU : COUPES DES TRANCHEES

N°tranchée P.K Cote T.N.	Choix de l'emplacement	Epaisseur (cm)	COUPES	Cotes/TN (cm)	Observations
			Désignation		
1 0 + 412 88.80 m	Arbitraire à 8m au Nord de l'axe sur prolongement de piste de 1974	6 10 10 40 50 124	Béton bitumineux Binder Grave non traitée Tuf de Tafaraoui Tuf de Ain-El-Beïda Gypse mélangé au limon Fond de fouille	-6 -16 -26 -66 -116 -230 -230	0/14 0/ 20 (0/31,5) avec blocs jusqu'à 350 mm Nappe phréatique Affouillements au fond
2 0 + 482 88.80 m	-Allongement de 1974 -12 m au Sud de l'axe au droit de la tranchée n°3 où a été découverte une caverne	7 10 15 30 50 123	Béton bitumineux Binder Grave non traitée Tuf de Tafaraoui Tuf de Ain-El-Beïda Gypse Fond de Fouille	-7 -17 -32 -62 -112 -230 -235	0/14 0/20 (0/31,5) Nappe phréatique Affouillements au fond
3 0 + 482 88.40 m	-Allongement de 1974 - 10 m au Sud du bord et à proximité d'un puits perdu	15 215	Terre végétale Gypse Fond de Fouille	-15 -195 -230	Nappe phréatique caverne + très impor- tant éboulement au fond
4 1 + 355 89.94 m	-Enrobé central -3 m au Nord axe -Endroit où la surface a été réparée	7 7 6 20 20 à 30 100 à 90	Béton bitumineux Grave bitume Grave non traitée Tuf Terre végétale Gypse Fond de Fouille	-7 -14 -20 -40 -60 à -70 -160	Présence de racines
5 1 + 650 89.86 m	-Enrobé central -A l'axe de la Piste Fissuration de l'enrobé	6 16 15 17 45 161	Béton bitumineux Grave bitume Tuf Terre végétale (limon) Gypse légèrement altéré Gypse compact	-6 -22 -37 -54 -99 -260	
6 2 + 240 89.68 m	-Enrobé central -1 m au Nord de l'axe Endroit où l'on a constaté de très importantes dégradations de l'enrobé	6 12 15 35 222	Béton bitumineux Grave bitume Tuf Terre végétale (limon) Gypse compact Fond de fouille	-6 -18 -383 -6 -275 -290	Masse de gypse cristallisé Nappe phréatique
7 2 + 630 89.73 m	-Enrobé central -3 m au Sud de l'axe - au droit d'une grande flache	7 10 30 10 à 50 183 à 233	Béton bitumineux Grave bitume Tuf Terre végétale (limon) Gypse compact Fond de fouille	-7 -17 -47 -57 à 97 -260 -280	La flache suit l'importance de l'épaisseur de la terre végétale Nappe phréatique
8 2 + 815 89.84 m	-Limite entre l'enrobé central et les dalles -Moitié Nord de la piste -Côté enrobé	10 22 18 20 90	Tapis bitumineux Grave concassée Tuf Terre végétale (limon) Gypse Fond de fouille	-10 -32 -50 -70 -160	Eléments jusqu'à 130 mm

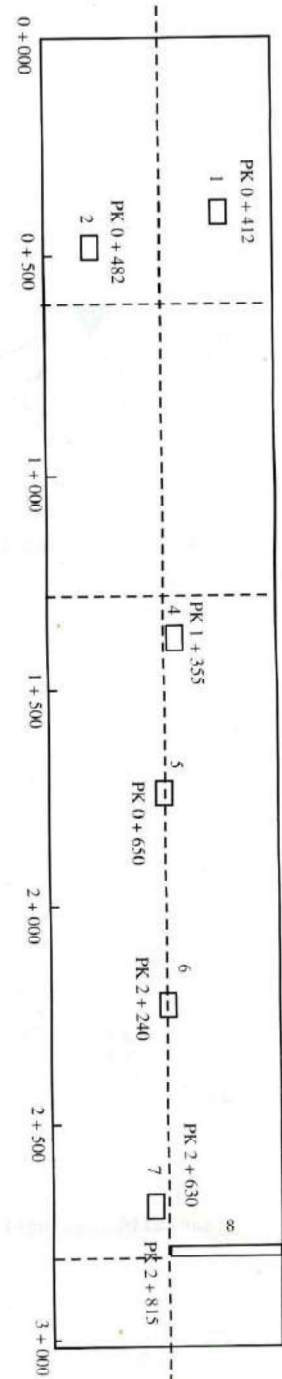
Annexe 2 : Les cavernes



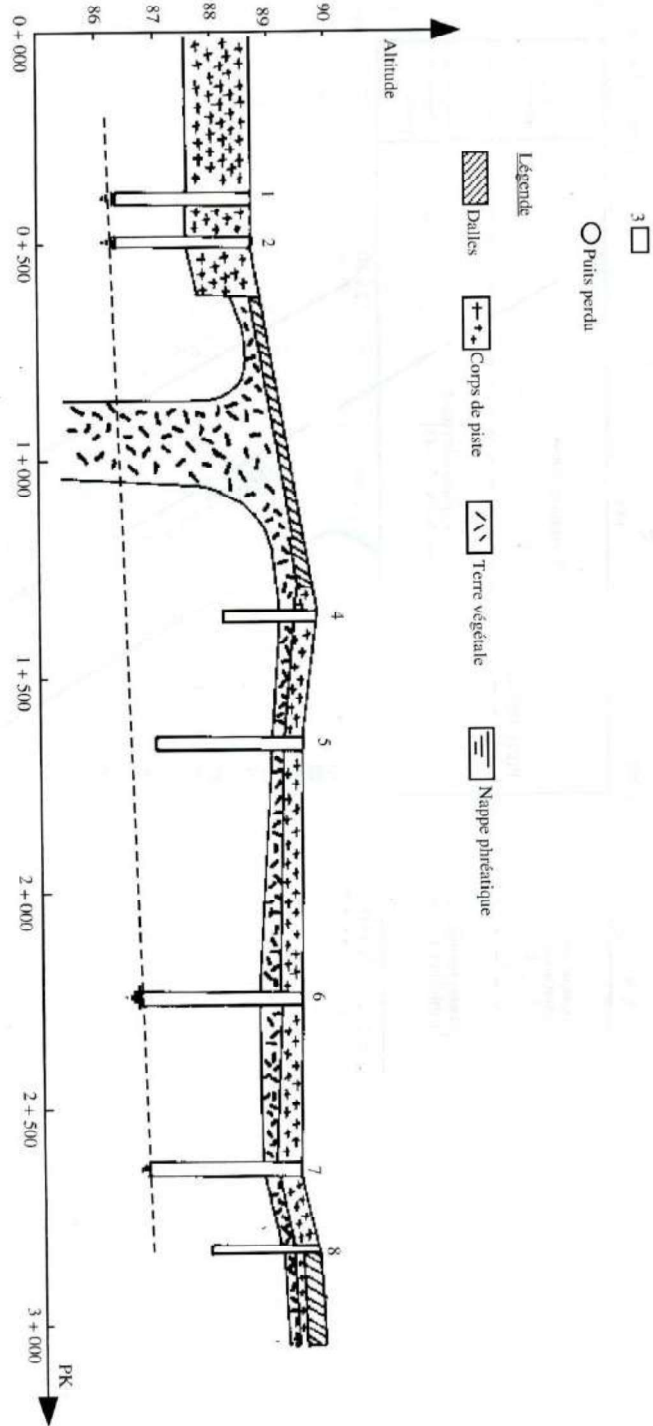
Annexe 3



Annexe 4



Algerie EQUIPEMENT



Annexe 5 : Profil en travers type

