

La réfection de la piste de l'aéroport de Genève

Autor(en): **Corthay, Bertrand**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **103 (1977)**

Heft 10: **L'aviation civile en Suisse**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73238>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Atterrissages en montagne : Ils sont assimilés à des atterrissages en campagne (!), c'est-à-dire en dehors des aérodromes, dans des régions dont l'altitude dépasse 1100 m. Alors que l'autorisation d'effectuer des atterrissages en campagne est donnée de cas en cas et ne nécessite aucune formation spécifique du pilote, l'atterrissage en montagne ne peut avoir lieu qu'en des « endroits désignés comme places d'atterrissage en montagne par le Département fédéral des transports et communication et de l'énergie, en accord avec le Département fédéral de l'intérieur, le Département militaire fédéral et les autorités cantonales compétentes. Avant de désigner les places, il y a lieu d'entendre la Commission fédérale pour la protection de la nature et des paysages, le Club alpin suisse et les sociétés de développement intéressées » (ouf !). Le nombre maximal de ces places est fixé à 48. Il y en a actuellement 46, dont 18 en Valais, 12 dans le canton des Grisons, 9 dans celui de Berne, 2 dans celui de Vaud et 2 dans celui de Glaris, ainsi que 3 chevauchant la frontière de deux cantons. Notons en passant que l'emplacement prévu pour l'altiport de la Croix-de-Cœur figure depuis des années au nombre de ces places.

Pratiquement, l'utilisation de ces sites est subordonnée à la présence de neige permettant d'y atterrir avec des avions munis de skis, si l'on excepte les hélicoptères.

Altiport : Ce terme n'est pas défini dans la législation suisse. Il s'est implanté en France et désigne en fait une piste présentant les caractéristiques que nous avons décrites dans l'article qui précède.

Sur le plan formel, il pourra s'agir d'une place d'atterrissage en montagne au bénéfice d'une concession, tandis que sur le plan technique la piste permettra qu'y atterrissent des avions munis de roues, lorsque l'enneigement aura disparu.

Comme pour l'atterrissage en montagne, une formation spéciale des pilotes sera exigée. On peut penser que l'OFA limitera l'utilisation d'un éventuel altiport à des types d'avions bien définis, présentant des caractéristiques propres à assurer la sécurité de l'exploitation, puisqu'on pourra avoir affaire à un trafic aérien public, au sens de la loi.

Nuisances : Expression très mal définie, appliquée aussi bien à la musique de Wagner¹ qu'au bruit des avions,² selon l'auditeur et indépendamment du volume sonore.

¹ Peut être remplacé par rock'n'roll, musique militaire, cloches de vaches, etc.

² Peut être remplacé par bruit du trafic routier, du chemin de fer, de chasse d'eau, de postes de radio (cf. également note 1), etc.

La réfection de la piste de l'aéroport de Genève

par BERTRAND CORTHAY, Genève

L'aéroport de Genève, quoique intercontinental, ne possède qu'une seule piste bétonnée, ce qui pose de gros problèmes lorsqu'il s'agit d'y réaliser des travaux importants.

Ce fut le cas en 1969 lors de l'incrustation dans le dallage des 252 feux axiaux avec leur alimentation électrique, et c'est à nouveau aujourd'hui le cas puisqu'il faut reconstruire la partie centrale de la piste sur une longueur de 250 mètres et une largeur de 24 mètres.

Notons en passant que c'est uniquement grâce à un régime des vents favorables que l'infrastructure de l'aéroport est si simple et qu'il n'occupe que 3 km². C'est à peine plus de 1 % du territoire de la mini-république du bout du lac. Mais cette situation, extrêmement favorable au moment de la construction, s'inverse lorsqu'il s'agit de réfection.

Etant donné qu'il est impensable de mettre « hors service » cet unique instrument de travail, et qu'il n'est pas non plus question de limiter le trafic, les travaux doivent se dérouler pendant la « pause » nocturne qui est de 5 à 6 heures suivant le jour de la semaine. Au bout de ce laps de temps, la piste doit être à nouveau apte à accueillir le trafic sans aucune restriction.

Tout cela se répercute évidemment sur le coût de l'opération puisque les travaux que nous allons décrire sont estimés à plus de 6 millions de francs, soit environ 1000 francs par m² ! Le même ouvrage réalisé dans des conditions idéales coûterait 4 à 5 fois moins cher.

La piste

Entre 1956 et 1960 la piste, qui mesurait jusqu'alors 2000 m, a été portée à sa longueur actuelle, soit 3900 m. Elle se compose de deux « moitiés » qui sont très différentes quant à leur constitution.

1. La partie *renforcée* sur les deux premiers kilomètres est une dalle bi-couche. Comme son nom l'indique, elle est composée de deux dalles superposées, d'âge différent, de 20 cm d'épaisseur environ chacune.

La fondation, composée de 15 cm de grave naturelle, est purement symbolique.

2. La partie *neuve* — elle n'a pas vingt ans — est une dalle massive de 30 cm qui repose sur une fondation classique de 60 cm de grave naturelle compactée.

Ces dalles ne sont pas armées, mais seulement munies d'un treillis de 4 kg/m² situé à 5 cm de la surface. Ce treillis, qui semblait indispensable à l'époque où l'on bétonnait en deux couches (méthode issue de la construction routière, où la couche supérieure avait des agrégats plus durs), n'existe plus dans les ouvrages récents. On bétonne aujourd'hui en une seule couche gagnant ainsi largement en homogénéité dans la masse, ce que l'on perd en qualité du fini de surface.

Durée de « vie » des dallages

La durée de « vie » des dallages en béton dépend de plusieurs facteurs dont l'influence respective est extrêmement délicate à saisir. Ce sont :

- la qualité du sous-sol,
- les caractéristiques de la fondation,
- la constitution et l'épaisseur du dallage,
- les charges des aéronefs,
- les variations de température,
- les accidents divers : défauts de construction, foudre, etc.

Toutes ces caractéristiques, sauf la température, diffèrent le long de la piste. Suivant une étude faite en 1976 la durée de « vie » probable peut être située entre 20 et 70 ans, selon le tronçon. Le premier chiffre a certainement été le plus facile à trouver puisque le tronçon « critique » qui nous intéresse aujourd'hui, et qui est virtuellement détruit, a tout juste 20 ans ! Il y a certes une grande incertitude quant à la durée de « vie » des dallages. En revanche l'ordre dans lequel les divers tronçons atteindront leur décrépitude est bien connu. Cette indication, qui peut sembler bien académique, est tout de même précieuse, ne serait-ce que pour budgéter les travaux.



Fig. 1. — Des dizaines de dalles sont dans ce triste état. On distingue le clouage des éléments disloqués.



Fig. 2. — Enlevage à la grue des morceaux de dalles sciés.

Evolution des fissures

L'évolution de la fissuration est aléatoire et si quelquefois l'apparition des premières fissures précède de peu la fissuration généralisée (et la dislocation) d'autres fois, en revanche, le phénomène se stabilise. Il est donc délicat de programmer les interventions car il n'est évidemment pas question d'anticiper la reconstruction d'un tronçon encore en bon état. Il faut en revanche intervenir immédiatement si la dégradation peut présenter un quelconque danger pour le trafic. Cette notion de mise en péril de l'utilisateur est bien seule déterminante pour décider la reconstruction du dallage. En effet, contrairement à un ouvrage en élévation, la détermination du moment où un revêtement est devenu inutilisable est purement subjective. Les conclusions de plusieurs observateurs peuvent être fondamentalement différentes.

La zone critique : un sandwich au bitume

La première zone à reconstruire est située entre les points kilométriques 1750 et 2000, c'est-à-dire au milieu de la piste. Chronologiquement, il s'agit du premier tronçon de la partie renforcée qui est constitué comme suit :

- une couche de 15 cm de tout-venant (aujourd'hui mélangé avec le terrain sous-jacent). Fondation symbolique, comme il est dit plus haut ;
- une dalle en béton de 22 cm, découpée en panneaux de 2,77 m par 10,30 m, datant de 1947 ;
- une couche d'enrobé bitumeux de 2 à 3 cm ;
- une dalle en béton de 20 cm, avec des panneaux de 6 m par 6,18 m, coulée en 1956.

Les joints des deux dalles superposées ne coïncidant donc pas, les théoriciens de l'époque pensaient avoir trouvé la parade en introduisant une couche de bitume. Le tir a d'ailleurs été rapidement corrigé puisque le reste du renforcement, réalisé ultérieurement, a été fait béton sur béton et les joints alignés verticalement. Mais ce sandwich au bitume reste aujourd'hui sur l'estomac des responsables de l'entretien de la piste, étant peut-être la cause de leurs insomnies.

Dans la partie axiale de cette zone « critique » trois dalles sur quatre sont fissurées, et quelques-unes disloquées. Une opération de sauvetage a été réalisée pendant l'été 1975 : les morceaux de dalle qui présentaient des velléités d'indépendance ont été cloués aux éléments plus fidèles. De part et d'autre des fissures ouvertes, des carottages de 40 mm de diamètre furent exécutés tous les 40 cm environ (fig. 1). Dans ces forages verticaux, il a été scellé des tiges métalliques (fer à béton de 20 mm) à l'aide d'un mortier synthétique expansif. Cette réparation de fortune a atteint son but, mais aujourd'hui il faut reconstruire.

Des dalles préfabriquées de 45 tonnes

Après une étude approfondie que le service du génie civil de l'aéroport a menée en collaboration avec un bureau d'études et le laboratoire d'une grande entreprise de la place, la décision a été prise, en 1976, de remplacer les 164 dalles de la zone critique par des éléments préfabriqués.

Bien que seules les deux bandes centrales de la piste soient à bout de souffle, quatre bandes seront remplacées, soit une largeur totale de 24 m. Il ne serait pas raisonnable, en effet, de limiter la reconstruction à la zone détruite car il y a fort à parier que les dalles contiguës céderont dans un proche avenir.

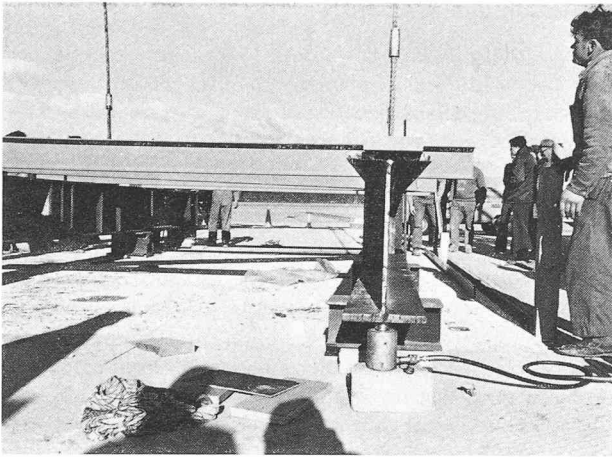


Fig. 4. — Calage de la dalle à l'aide de vérins hydrauliques.

Les dalles préfabriquées auront 45 cm d'épaisseur (comme le sandwich) et une dimension moyenne de 6 m par 6,30 m. Elles pèseront environ 45 tonnes, une paille ! Elles seront théoriquement capables de supporter des avions de 500 tonnes à perpétuité.

Pour assurer le contact de la dalle sur sa fondation sur toute la surface, ce qui est essentiel, il faudra caler la dalle à 3 cm de la fondation et remplir ce vide par injection d'un coulis.

Essais de grandeur nature

Vu la spécificité des opérations et l'espace de temps disponible, des essais « grandeur nature » ont débuté en novembre 1976 sur une voie de circulation secondaire qui présente le même profil que le tronçon critique, à l'exception de la couche de bitume intermédiaire.

Les opérations à effectuer sont les suivantes :

- a) sciage de la dalle en morceaux de 3 m par 3 m environ ;
- b) perçage des éléments et boulonnage de tampons expansifs ;
- c) enlèvement des éléments à la grue (fig. 2) ;
- d) terrassement et évacuation des déblais ;
- e) exécution de la fondation ;
- f) amenée et mise en place de la dalle ;
- g) calage et remplissage du vide fondation-dalle par injection ;
- h) durcissement du coulis ;
- i) clavage entre dalles.

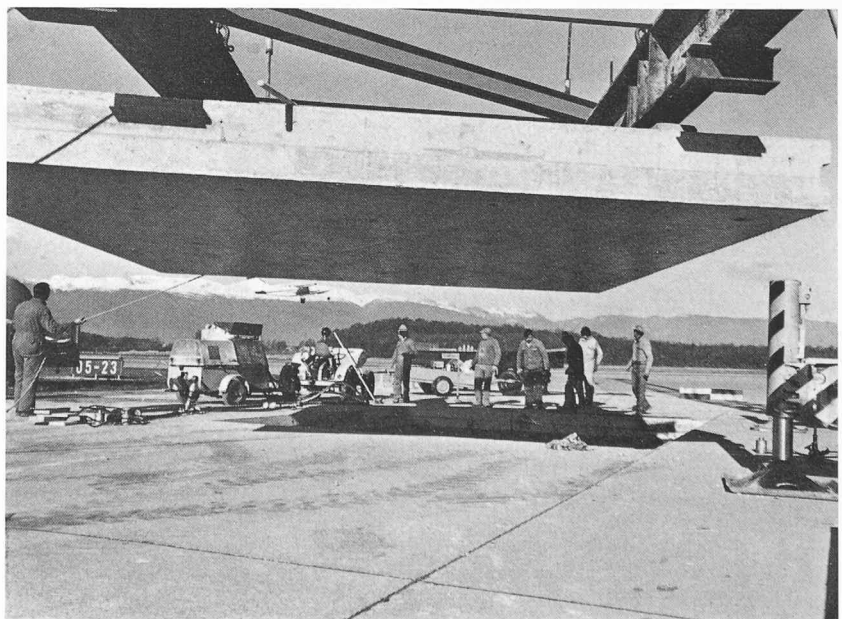
Les opérations a) et b), qui ne sont pas sur le chemin critique, peuvent se faire à l'avance, mais en principe à la cadence du chantier principal.

L'opération h), qui est la moins fatigante, est la plus longue : environ deux heures. Le reste devrait donc être exécuté en trois heures !

Transport et pose de la dalle

Un des points les plus délicats du programme réside dans le transport et la mise en place des éléments de 6 m par 6,30 m pesant 45 tonnes.

Fig. 3. — Mise en place de la dalle préfabriquée pesant 45 tonnes.



Après avoir envisagé moult possibilités : coussin d'air, film d'air, remorques et trucs divers, la solution la plus adéquate est un portique de pose ou fardier. C'est un engin du type que l'on rencontre dans les chantiers navals et quelquefois dans les usines de préfabrication. Ses dimensions sont respectables puisqu'il s'inscrit dans un cube de 10 mètres de côté, mais cela ne pose pas de problème sur un aéroport où les pentes et dévers sont faibles (moins de 1 %) et les voies de circulation sont larges (plus de 23 m).

La mission de cet engin serait donc de transporter les dalles sur une distance de 500 m, puis de les mettre en place.

Dans le cadre des essais grandeur nature, nous avons utilisé une grue sur pneus d'une entreprise de Genève (fig. 3) et une remorque basse renforcée pour le transport, le portique étant encore sur plans.

Quelques mots sur la fondation

Divers types de fondation ont été testés, et toutes sont à base de matériaux stabilisés. En effet, le chantier s'exécutant dalle après dalle (en principe une seule par nuit !), il fallait absolument éliminer le risque de décompresser la fondation de l'élément précédent.

Calage et assise de la dalle

Le calage de la dalle se fait sur les éléments voisins à l'aide de vérins hydrauliques et par l'intermédiaire d'un bidule assez complexe composé d'un palonnier et de profilés métalliques afin de supporter la pièce de manière isostatique (fig. 4).

Quant au remplissage du vide compris entre la fondation et la dalle, il se fait par injection d'un coulis à basse pression par des trous de 60 mm de diamètre réservés à cet effet dans la dalle. Le coulis, créé pour l'occasion, a des caractéristiques assez sévères. Il doit être maniable pendant une bonne demi-heure, ne présenter aucun retrait lors de la prise et avoir une résistance de 10 kg/cm² à la compression à l'âge de deux heures. C'est un produit élaboré à base de liant hydraulique avec plusieurs adjuvants.

Premiers enseignements des essais

Les essais réalisés montrent que l'opération est réalisable dans le temps imparti, quoique terriblement pointue, comme diraient nos voisins de l'hexagone. Un quelconque incident de parcours ne permettrait pas d'aboutir et ce risque ne peut être pris. Il a donc été décidé de scinder l'opération en deux parties et d'introduire dans le circuit des « dallettes » provisoires de 3 m de côté, qui reposent sur la fondation par l'intermédiaire d'un lit de sable. Après un ou plusieurs jours de trafic, elles seront remplacées par la dalle définitive, l'injection pourra alors se faire dans la première heure de travail. Deux heures au moins sont ainsi gagnées sur le programme initial.

Le ciment-miracle

En février 1977, alors que l'étude et les essais de la dalle préfabriquée étaient très avancés, un nouveau ciment, de fabrication autrichienne, était mis sur le marché suisse. Avec ce ciment on fabrique un béton dosé à 350 kg/m³ qui atteint une résistance de plus de 100 kg/cm² à l'âge de deux heures !

La réaction exothermique est modérée, beaucoup plus proche de celle du ciment Portland que des ciments aluminés.

Au début de l'étude de la réfection de la piste, une variante de dalles coulées sur place avait été envisagée. Elle avait rapidement été éliminée au profit de la dalle préfabriquée devant l'impossibilité de trouver un ciment ou des accélérateurs de prise convenables. Ce n'est apparemment plus le cas aujourd'hui et des essais aussi complets que possible sont actuellement en cours.

Tout comme pour la solution préfabriquée, des essais « grandeur nature » sont organisés. Au mois d'avril dernier la première dalle de 6 m de côté a été coulée ; doux euphémisme ! En effet, le travail a été fait à l'aide de camions dits malaxeurs, mais qui n'en ont que le nom !

La mise en place du béton trop sec fut mémorable et la course des camions à la place de lavage épique. Les essais se poursuivent néanmoins et les prochaines dalles seront bétonnées à la « finisseuse » avec du béton malaxé en centrale fixe.

Il vaut la peine de pousser à fond l'étude de cette solution, car sa réalisation serait beaucoup plus économique que la variante préfabriquée.

Conclusion

Le choix devra se faire entre un dallage composé d'éléments très résistants dont la liaison entre eux reste problématique, et un revêtement mis en service « jeune » formé d'éléments solidaires, les dalles étant bétonnées l'une contre l'autre.

Mais quelle que soit la méthode finalement retenue, il ne s'agira bel et bien que d'un *ressemelage*. Et il faut bien admettre que si le temps des miracles est révolu chez les cordonniers, il n'est pas près de poindre à l'horizon des constructeurs d'aérodromes.

Adresse de l'auteur :

Bertrand Corthay, ingénieur-techn. ETS
Direction de l'Aéroport de Genève
1215 Genève 15 Aéroport

Marché de l'emploi

Les réponses aux offres de service ci-dessous doivent parvenir au *Secrétariat de la SVIA, avenue Jomini 8, case postale 944, 1001 Lausanne*. Les membres SIA, A₃E₂PL et GEP, ainsi que les étudiants EPF du dernier semestre et nouveaux diplômés, peuvent obtenir les formulaires d'inscription pour cette rubrique à la même adresse.

Réf.	Profession	Titre	Age	Langues	Nationalité
02.0012	Ingénieur civil	EPFL	30 ans	Français, anglais, arabe	Permis B

Bibliographie

Introduction aux systèmes asservis extrémaux et adaptatifs, de P. Decaulne, J.-Ch. Gille et M. Pélegrin. — Un vol. 16×25 cm, 92 pages, Editions Dunod, Paris 1976. Prix broché : 45 fr. fr.

Les besoins actuels des utilisateurs de systèmes automatiques s'expriment fréquemment en termes de systèmes extrémaux (comment obtenir un rendement maximal ? ou comment rendre un coût minimal ?) ou en termes de systèmes adaptatifs (comment maintenir la performance d'un processus dans un environnement évolutif ?).

Ce livre a pour objet d'exposer les principes de fonctionnement de ces systèmes par-delà la diversité des réalisations et de la technologie. Rassemblant et simplifiant de nombreuses études éparses, il discute les avantages et les limitations des différentes solutions en tenant compte et des derniers travaux théoriques et des tous récents développements technologiques.

Accessible aux spécialistes des techniques traditionnelles, cet ouvrage est susceptible de constituer une passerelle entre la maîtrise de ces techniques et l'accession aux niveaux supérieurs d'automatisme dont la richesse et la souplesse auront été rendues possibles grâce aux nouvelles technologies.

Sommaire :

I. *Systèmes asservis extrémaux* : 1.1 Intérêt. Exemples. — 1.2. Structure générale. — 1.3. Comportement dynamique. — 1.4. Quantification des démarches de recherche. — 1.5. Procès de recherche autonome. — 1.6. Procès de recherche dépendant de la commande. — 1.7. Etude et projet.

II. *Systèmes asservis adaptatifs* : 2.1. Intérêt général de l'adaptation. — 2.2. Objectifs principaux. — 2.3. Propriétés caractéristiques. — 2.4. Adaptation en boucle ouverte. — 2.5. Adaptation en boucle fermée. — 2.6. Exemples. — 2.7. Conclusion.

EPFZ

Conférences

Les prochaines conférences publiques, sur le thème des phénomènes de diffusion dans les lacs et les lagunes, auront lieu en l'auditoire VAW, 1^{er} étage, Gloriatstr. 37, 8006 Zurich, les mardis, de 16 h. 15 à 17 h. 45 environ : 24 mai 1977

François Nyffeler, D^r sc., Rome : « Une approche expérimentale du problème de la pollution de la lagune de Venise ».