
CHARGÉ DE PIÈCES
PRODUIT À L'APPUI DE SA RÉPONSE

par

AÉROPORT INTERNATIONAL DE GENÈVE

Requérant

contre

WWF SUISSE

WWF SECTION GENÈVE

Monsieur et Madame Georges NOSAL et Raphaëlle SCHEIM

Association NOÉ21

Monsieur et Madame Kim et Lysiane HULSER

Monsieur et Madame Jean-Bernard BILLETER et Maja LUSCHER

LES VERTS GENEVOIS, section du Grand-Saconnex

LES VERTS GENEVOIS

Madame Claudia TUFO DRAMMEH

VILLE DE VERNIER

ASSOCIATION TRANSFRONTALIÈRE DES COMMUNES RIVERAINES DE
L'AÉROPORT INTERNATIONAL DE GENÈVE (ATCR-AIG)

SECTION DE GENÈVE DE L'ASSOCIATION TRANSPORTS ET
ENVIRONNEMENT (ATE-GENÈVE)

ASSOCIATION DES RIVERAINS DE L'AÉROPORT DE GENÈVE (ARAG)

Opposants

Pièce 1 :

- a) Rapport d'impact sur l'environnement (RIE) du 22 avril 2013
- b) Complément du 31 juillet 2013 au Rapport d'impact sur l'environnement (RIE)

Pièce 2 : Extrait du rapport annuel 2012 de GENÈVE AÉROPORT (p. 24)

Pièce 3 : Courrier de GENÈVE AÉROPORT à l'OFAC du 20 septembre 2013

Pièce 4 : Détermination de la capacité d'un aéroport, mémento établi par la Direction générale de l'Aviation civile (France) en novembre 2005

Pièce 5 : Etude du 26 février 2014 établie par RR&A, ROLAND RIBI & ASSOCIÉS SA

Pièce 6 : Préavis de l'Office fédéral de l'environnement du 13 décembre 2013

Pièce 7 :

- a) Courrier d'accompagnement du 30 août 2013 du Département de l'urbanisme
- b) Préavis de l'Administration fédérale des douanes du 22 mai 2013
- c) Préavis de la Commune du Grand-Saconnex du 6 juin 2013
- d) Préavis de l'Office fédéral des routes du 22 mai 2013 et du 4 juin 2013
- e) Préavis de la Police du feu du 18 juin 2013
- f) Préavis du Service d'étude de l'impact sur l'environnement du 23 août 2013

GENÈVE
AÉROPORT

aile_EST Bâtiment

Rapport d'impact sur l'environnement

No réf : 11313.02/3

22 avril 2013

ECOSCAN SA

ETUDES EN ENVIRONNEMENT

Boulevard de Grancy 1
CH - 1001 Lausanne
Tél. 021 613 44 77
Fax. 021 613 44 78
E-mail : info@ecoscan.ch

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	3
2. PROCEDURE	4
3. SITE ET ENVIRONS.....	4
4. PROJET.....	6
4.1. Description du projet	6
4.2. Conformité avec l'aménagement du territoire	6
4.3. Données de base concernant le trafic	7
4.4. Utilisation rationnelle de l'énergie	8
4.5. Description de la phase de réalisation (chantier)	10
5. IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	11
5.1. Air	11
5.2. Bruit	16
5.3. Vibrations / bruit solidien propagé	25
5.4. Rayonnement non ionisant	26
5.5. Eaux	29
5.6. Sols	32
5.7. Sites contaminés	33
5.8. Déchets, substances dangereuses pour l'environnement	34
5.9. Organismes dangereux pour l'environnement	38
5.10. Prévention des accidents majeurs / protection contre les catastrophes	38
5.11. Forêts	38
5.12. Flore, faune, biotopes	38
5.13. Paysage et sites	39
5.14. Monuments historiques, sites archéologiques	39
6. RECAPITULATION DES MESURES	40
6.1. Tableau des mesures	40
6.2. Suivi environnemental de la phase de réalisation	40
7. CONCLUSIONS	42
8. ANNEXES.....	43

1. INTRODUCTION

Le projet « aile_EST Bâtiment » de Genève Aéroport (GA) s'inscrit dans la logique du Plan Directeur 2007-2015 des transformations du site aéroportuaire. Il a pour but de remplacer les actuels bâtiments provisoires « Gros porteurs » et passerelles « Fingers N° 14-15-16 ». Ce nouveau bâtiment dessert également les positions existantes N° 17-18-19. De plus, le programme intègre au niveau du tarmac des départs bus (Busgate) alimentés directement depuis les salles d'embarquement des positions précitées. Il intègre également des arrivées pour ces bus alimentant les transferts et les retours passagers. Ce bâtiment gère aussi les flux distincts « Schengen – Non-Schengen » et tiendra compte des dispositifs de sûreté « One-Stop Security – non One-Stop Security » tout en intégrant les postes de contrôles de police frontière. De plus, le projet comprend des surfaces commerciales, de livraison et de stockage.

Le présent projet est le lauréat d'une procédure de Mandats d'Etudes Parallèles (MEP) précédée d'une procédure sélective avec des bureaux de renommée internationale, ceci en totale conformité avec le Règlement sur la passation des marchés publics.

La procédure de MEP s'est déroulée de septembre 2010 à janvier 2011 et correspond aux prestations d'architecte, d'ingénieur civil, d'ingénieurs CVSE et d'autres ingénieurs spécialisés. Cette procédure était divisée en trois phases qui étaient ponctuées par des ateliers de travail. Les cinq concurrents retenus pour les MEP n'avaient pas connaissance du développement des quatre autres projets.

Fin février 2011, le pool « Rogers–Stirk–Harbour + Partners, l'atelier d'architecture Jacques Bugna SA et Ingerop Ingénierie et conseils (RBI) » a été retenu pour l'élaboration et la réalisation de l'aile_EST.

Le bureau **ECOSCAN SA**, études en environnement à Lausanne, a été mandaté en avril 2011 par le pool RBI pour l'établissement du rapport d'impact sur l'environnement.

Suite à la remise le 12 juillet 2011, du rapport d'enquête préliminaire et cahier des charges (REP) avec les études préliminaires du projet, le Service cantonal d'étude de l'impact sur l'environnement (SEIE) et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) ont rendu leurs préavis, respectivement le 7 septembre 2011 et le 30 novembre 2011.

Le présent document représente le rapport d'impact sur l'environnement pour la demande d'approbation des plans du projet. Il répond aux demandes des préavis du SEIE et de l'OFEV.

2. PROCEDURE

La modification d'une installation existante (en l'occurrence l'aéroport) peut être soumise à la procédure de l'étude de l'impact sur l'environnement au sens de l'Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE) "*si elle consiste en une transformation ou un agrandissement considérable de l'installation, ou si elle change notablement son mode d'exploitation*" (Article 2, alinéa 1, lettre a OEIE). La procédure décisive est la procédure d'approbation des plans (PAP).

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) est l'autorité compétente, notamment en matière de procédure d'étude d'impact pour les installations aéroportuaires. Après examen préalable du précédent projet d'Aile Est en 2010 et discussion avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'OFAC avait conclu que le projet était soumis à l'EIE.

Le présent document constitue le rapport d'impact sur l'environnement du projet dans le cadre de la Procédure d'approbation des plans (PAP).

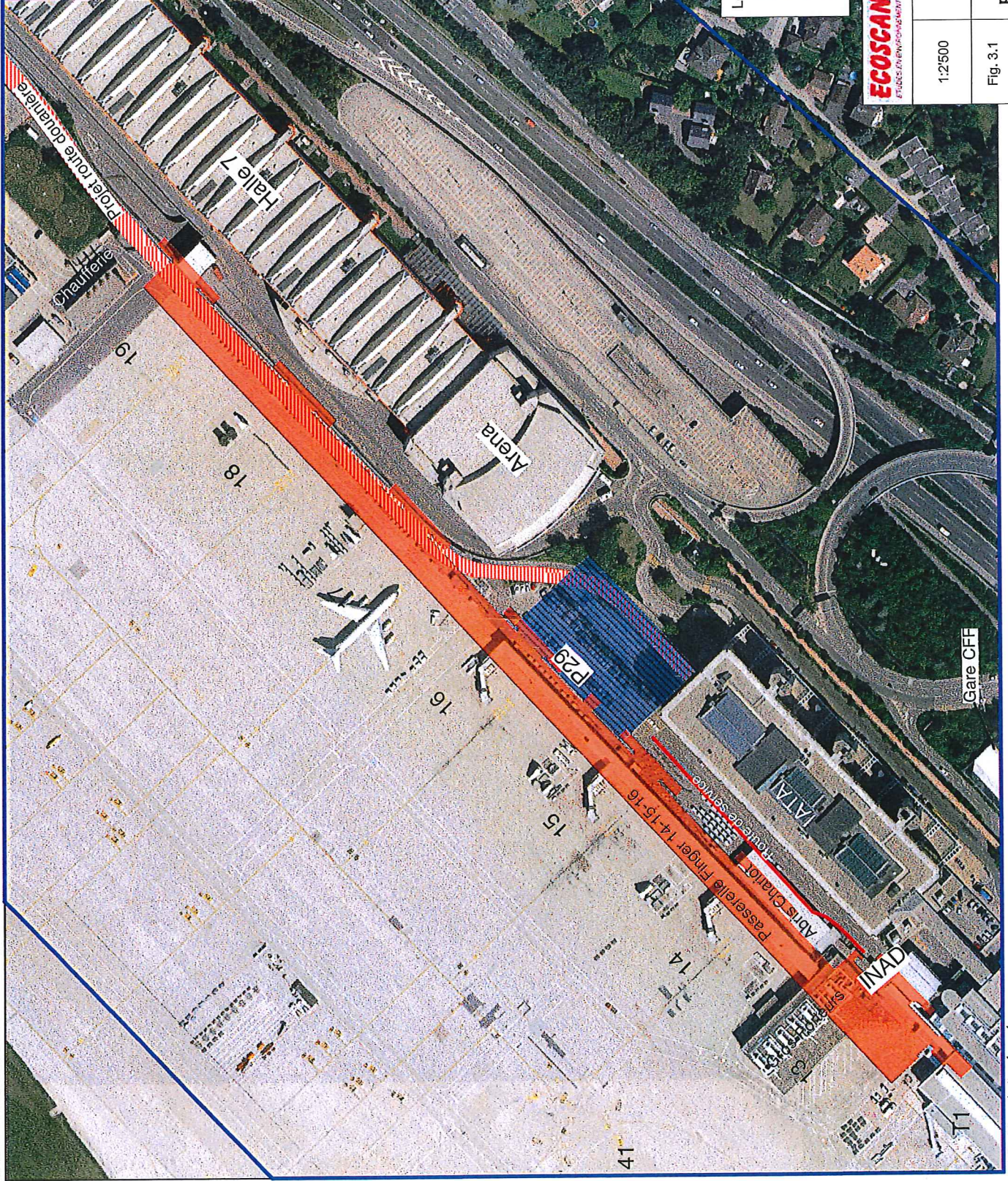
3. SITE ET ENVIRONS

Le site du projet est situé dans le prolongement Est de l'aérogare principale T1, le long des bâtiments IATA et Arena – Halle 7, jusqu'à la chaufferie de l'aéroport.

Le site du projet est actuellement constitué des éléments suivants :

- bâtiment Gros Porteurs (GP)
- bâtiment Passerelle Finger 14, 15 et 16
- bâtiment INAD
- dépôt de stockage des containers à bagages (abri chariot)
- parking P29 (54 places)
- route douanière
- route de service
- tarmac, comprenant les positions avion 17, 18 et 19

La figure 3.1 sur la page ci-après permet de situer les éléments constitutifs de l'emprise du projet.



Légende

- Emprise du projet aile_EST Bâtiment
- Périmètre de l'étude
- Projet Tribagages
- Projet route douanière

ECOSCAN
 ETUDES D'ENVIRONNEMENT

Bvd de Grancy 1 CP 595, 1001 Lausanne Réf. 11313.02
 Tél. 021 / 613 44 77 Fax 021 / 613 44 78 avril 2013

1:2'500	Genève Aéroport aile_EST Bâtiment
Situation générale du projet, projets connexes et périmètre de l'étude	
Fig. 3.1	

4. PROJET

4.1. DESCRIPTION DU PROJET

Source : B. Introduction, 22.04.2013

Le projet aile_EST Bâtiment consiste en un remplacement de l'actuel bâtiment GP par un nouveau bâtiment comprenant principalement de nouvelles salles d'embarquement pour les vols long courrier de l'aéroport, vers et depuis l'espace Schengen et Non Schengen.

Situation : en prolongement est de l'aérogare actuelle T1, pratiquement jusqu'à la chaufferie.

Dimensions d'emprise : environ 520 m de long sur environ 20 m de large sur environ 19 m de hauteur hors-sol.

Forme : Parallélogramme avec des façades non verticales s'avancant en direction du tarmac, à part les circulations verticales. Le niveau 0 est en grande partie ouvert, seules les zones de circulations verticales entre les étages et le bâtiment Processeur sont fermés.

Niveaux : 5 niveaux (y compris toiture).

- **Toiture** : toiture plate recouverte de panneaux photovoltaïques.
- **Niveau +2** : salles d'embarquement (dont 1 pour les vols à risques), pré-passerelles et passerelles télescopiques d'accès aux avions, concessions commerciales (cafés, kiosques), distributions verticales (escaliers, escaliers mécaniques, ascenseurs), guérites et locaux Cgfr (gardes-frontières), locaux techniques, lounges pour les compagnies aériennes
- **Niveau +1** : salles d'embarquement, pré-passerelles et passerelles télescopiques d'accès aux avions, concessions commerciales (cafés, kiosques), distributions verticales (escaliers, escaliers mécaniques, ascenseurs), guérites et locaux Cgfr, locaux techniques, liaison avec terminal principal T1
- **Niveau 0** : route de service pour les bus et véhicules sans matières dangereuses, locaux pour le personnel au sol, issues de secours, portes d'embarquement et de débarquement par bus pour les positions éloignées, locaux de réconciliation des passagers avec leurs bagages (vols à risques à destination de pays sensibles)
- **Niveau - 1** : nouvelle galerie technique, locaux techniques, réservoirs de récupération des eaux pluviales, locaux de stockage pour les surfaces commerciales, locaux vestiaires, guérites du Corps des gardes frontières, tunnel de liaison au satellite 40, liaison avec terminal principal T1

4.2. CONFORMITE AVEC L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Le projet aile_EST Bâtiment est conforme au Plan directeur de l'aéroport 2007-2015. Il est également conforme à l'aménagement du territoire du Canton de Genève, étant entièrement situé dans la zone aéroportuaire (plan n° 27 984 adopté par le Grand Conseil le 18.09.1992).

4.2.1. Justification du projet

La réalisation de l'aile_EST Bâtiment doit permettre d'assurer une flexibilité d'exploitation mixte qui reste l'atout majeur de GA, et doit répondre en premier lieu aux contraintes liées aux zones Schengen et Non-Schengen ainsi qu'à toutes les possibilités de correspondances de passagers.

4.3. DONNEES DE BASE CONCERNANT LE TRAFIC

4.3.1. Trafic routier

Trafic routier externe au site aéroportuaire

Le trafic extérieur induit par l'aéroport est lié à l'accessibilité générale du site aéroportuaire. La desserte de l'aéroport par les transports en commun s'est nettement améliorée ces dernières années et la part des passagers aériens utilisant les transports en commun a atteint 45% en 2012 (30% en train, 15% en bus et car). En ce qui concerne les collaborateurs de l'aéroport, un plan de mobilité est en place depuis 2004. La part modale durable des personnels a atteint 37% en 2010 (+ 9% par rapport à 2007), avec une augmentation importante du covoiturage.

Le projet aile_EST Bâtiment ne comportera aucun nouveau parking, n'entraînera aucune modification des parkings existants et ne sera pas accessible depuis l'extérieur du site aéroportuaire. Le projet ne changera ni la demande, ni la capacité de l'aéroport. Il n'y a donc pas de modification du trafic externe.

Des bandes cyclables appartenant au réseau secondaire sont situées le long de la Route de l'Aéroport derrière et plus précisément sur la plateforme du bâtiment Arena – Halle 7 (côté tarmac). Pendant la phase de réalisation du projet aile_EST Bâtiment, une bande cyclable bidirectionnelle sera maintenue, mais déplacée provisoirement le long des palissades de chantier. A la fin des travaux, les bandes cyclables seront remises en service sur la plateforme du bâtiment Arena – Halle 7 (côté tarmac).

Il est également à préciser qu'une étude de faisabilité a été réalisée par le bureau CITEC Ingénieurs Conseils SA dans le cadre du groupement MAPA (Mobilité Aéroport Palexpo Arena) pour créer une piste cyclable entre l'Aérogare et le parking P49 en passant devant le bâtiment Arena – Halle 7 (côté autoroute), le long de la Route des Batailleux – Voie des Traz. Ce projet, mis en œuvre en collaboration avec le Service des routes (Office du génie civil), est provisoirement arrêté, et ceci en raison du développement de nouveaux projets dans la zone ABT – Halle de Fret, dont, et à titre d'exemple, le regroupement des casernes pompier du Service de Sécurité de l'Aéroport (SSA) et de la Ville de Genève dans la Halle 7. Ces projets ont influencé la poursuite de l'élaboration des études de la piste cyclable entre l'Aérogare et le parking P49 et ont nécessité l'arrêt des études.

Trafic routier interne au site aéroportuaire

Depuis plusieurs années, GA met en œuvre une politique d'achat de véhicules minimisant au maximum l'acquisition de véhicules à moteur (le besoin d'un nouveau véhicule doit être justifié) et favorisant l'achat des véhicules les moins polluants.

GA incite les autres instances et sociétés aéroportuaires à adopter une telle politique par différentes actions :

- Tout nouveau véhicule introduit dans l'enceinte aéroportuaire doit répondre aux dernières normes antipollution en vigueur.
- Toute demande d'autorisation de circuler sur le tarmac doit être justifiée.
- Le tarif des laissez-passer véhicules et des autorisations de circuler sur le tarmac est modulé en fonction des émissions gazeuses du moteur du véhicule ou de l'engin. Le laissez-passer est gratuit pour les véhicules non polluants.
- Un plan de mesures visant à réduire le nombre de véhicules circulant sur le tarmac et à limiter leur impact environnemental (notamment interdiction des véhicules les plus anciens, incitations à l'achat d'équipements plus écologiques) est en cours de mise en œuvre.

L'exploitation de l'aile_EST Bâtiment ne nécessitera pas de véhicules supplémentaires étant donné l'équipement déjà existant des positions avions en fourniture d'énergie aux avions, passerelle, puits d'avitaillement, etc. Il n'y a donc pas de modification du trafic interne.

4.3.2. Trafic aérien

Le projet n'induit pas d'augmentation du trafic aérien. En effet, le nombre de portes d'embarquement restera identique avec le projet aile_EST Bâtiment par rapport à l'état actuel. Le projet permet une amélioration qualitative de la gestion et du confort des passagers. Il permet également une meilleure gestion des flux Schengen et non-Schengen, ainsi que One-Stop et non One-Stop. La capacité de l'aéroport ne sera pas modifiée avec le projet aile_EST Bâtiment.

4.4. UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE

Source : Rapport « aile_Est, Concept CVCS », groupement RBI, 22.04.2013.

4.4.1. Objectifs visés et performances énergétiques minimales

Le projet se veut être la première aile aéroportuaire à énergie positive, grâce à la conjugaison de stratégies performantes détaillées ci-après (isolation de l'enveloppe, pompes à chaleur, panneaux photovoltaïques, etc.).

Le bâtiment a une étiquette énergétique A. La production des panneaux photovoltaïques est supérieure à la consommation annuelle électrique selon la norme SIA 2031.

Le bâtiment répond aux normes et standards applicables à Genève, à savoir la valeur limite de la norme SIA 380/1 « L'énergie thermique dans le bâtiment » et le MoPEC 2 (Modèle de prescriptions énergétiques des cantons). En outre, le projet répond au standard Minergie®.

4.4.2. Stratégie du chaud

Les bonnes performances énergétiques sont assurées par plusieurs actions cohérentes, à savoir :

- Une réponse à la forme du bâtiment peu compact, notamment par :
- Une enveloppe du bâtiment très performante (triple vitrage, isolation thermique d'environ 30 cm, traitement des ponts thermiques à l'aide de chaussettes isolantes).
- L'utilisation des gains solaires passifs.
- Une minimisation de la consommation des ventilations.
- La production de chaleur assurée par 2 pompes à chaleur (PAC), soutirant la chaleur du sous-sol par un réseau de sondes géothermiques.
- L'eau chaude sanitaire est également produite par les mini PAC.
- Une sécurité est assurée par un raccordement à la centrale de chauffage existante par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur.

4.4.3. Stratégie du froid

Le projet répond aussi aux exigences de confort estival en limitant les surchauffes par les mesures complémentaires suivantes :

- Maîtrise des gains solaires à l'aide de protections solaires mobiles (façade SE).
- Ventilation nocturne diminuée par la ventilation continue durant la journée.

- Production de froid par géocooling permet d'assurer plus de 76 % du refroidissement par le système de sondes. Le reste est fourni par une machine de froid couplée à un aéroréfrigérant.

4.4.4. Stratégie de l'éclairage

La lumière naturelle est considérée comme la base de l'éclairage, l'éclairage artificiel n'étant utilisé que durant les périodes trop sombres ou la nuit. La configuration des locaux leur assure un bon éclairage naturel. L'utilisation de vitrages sélectifs maximise l'apport de l'éclairage naturel.

4.4.5. Stratégie de l'eau

Il est prévu la récupération des eaux claires pour alimenter les WC et les monoblocs de traitement d'air nécessitant de l'eau pour le refroidissement adiabatique. Il est prévu un bassin de rétention d'environ 120 m³ pour chaque porte, soit 7 au total.

4.4.6. Stratégie de l'électricité

La consommation électrique est assurée en grande partie par un réseau de panneaux photovoltaïques (environ 5'300 m² disposés en toiture).

4.4.7. Conclusion

La demande en agents énergétiques externes au site de l'aile_EST Bâtiment pour les besoins de chaleur est considérée comme nulle. Il n'y a pas de génération de transport routier pour l'approvisionnement en énergie.

Le respect des critères Minergie® permet de qualifier le projet comme répondant à un standard de haute performance énergétique.

4.5. DESCRIPTION DE LA PHASE DE REALISATION (CHANTIER)

Sources : Planification générale aile_EST – Procédure et travaux – Salles d'embarquement (SDE) – 21 janvier 2013 – Entreprise totale. RBI

Dans les grandes lignes, les principales étapes de réalisation sont :

- Phase -1 : Bâtiment GP provisoire (objet d'une demande d'approbation des plans DAP distincte)
- Phase 0 : Démarrage du chantier
- Phase 1 : Démolition bâtiment GP et Fingers 22 jours
- Phase 2 : Construction galerie technique 40 jours
- Phase 3 : Construction sous-sols processeur 120 jours
- Phase 4 : Construction processeur et sous-sols porte 14 165 jours
- Phase 5 : Construction porte 14 et sous-sols porte 15 125 jours
- Phase 6 : Construction porte 15 (partielle) 95 jours
- Phase 7 : Construction solde des sous-sols 125 jours
- Phase 8 : Construction porte 15 (solde) et porte 16 120 jours
- Phase 9 : Construction porte 17 115 jours
- Phase 10 : Construction porte 18 115 jours
- Phase 11 : Construction porte 19 130 jours
- Phase 12 : Démolition bâtiment GP provisoire et construction porte 13 57 jours
- Phase 13 : Livraison aile_EST Bâtiment
- Phase 14 : Construction à ciel ouvert du tunnel de liaison au satellite 40 14 mois

Entre ces phases de réalisation, des phases intermédiaires d'installations de chantier ont encore lieu.

En termes de planification, l'ouverture du chantier est prévue courant août 2014 avec une mise en service de l'aile_EST Bâtiment 40 mois plus tard, soit en avril 2018. La mise en service du tunnel de liaison au satellite 40 étant pour sa part prévue à mi-2019.

Les impacts liés à la réalisation sont traités dans chaque chapitre des domaines environnementaux.

Un suivi environnemental de réalisation (SER) sera mis en place pour ce projet. Le cahier des charges provisoire du SER figure au § 6.2.

5. IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1. AIR

5.1.1. Bases légales

Phase d'exploitation

Les polluants atmosphériques retenus comme indicateurs de l'impact du projet sur la qualité de l'air sont les oxydes d'azote et les poussières fines. Les oxydes d'azote NO_x sont les principaux précurseurs du **dioxyde d'azote NO₂** qui est l'un des polluants soumis à une surveillance constante sur le territoire suisse.

Les **poussières fines PM10**¹, de par leur risque sur la santé (maladie des voies respiratoires, cancer du poumon, etc.) sont également suivies de près.

L'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) fixe les valeurs limites d'immission à ne pas dépasser pour le NO₂ et les PM10.

Enfin, le **dioxyde de carbone CO₂**, principal gaz à effet de serre et responsable important du réchauffement climatique, est également évalué.

Le **plan des mesures OPair 2003 – 2010** fait un constat de la situation actuelle et future en matière de pollution de l'air à Genève. Le bilan du plan des mesures de 1991 a conduit le Conseil d'Etat à proposer un véritable système de management de la qualité de l'air, comprenant la mise en place d'indicateurs permettant, par un processus d'amélioration continue, de corriger les mesures en fonction des objectifs atteints. Il comprend 26 mesures touchant à divers domaines : transports (12 mesures), énergie et installations de chauffage (8), Aéroport International de Genève (2), aménagement du territoire (1), entretien des bâtiments (1), chantiers (1) et communication (1).

La **révision 2008 du Plan OPair**, approuvée par le Conseil d'Etat le 23 juillet 2008, modifie certaines mesures existantes et en introduit de nouvelles. 36 mesures sont désormais réunies selon 13 objectifs sectoriels dont un concerne spécifiquement GA : Mesures prises par l'Aéroport International de Genève (AIG).

La nouvelle mesure **13.1 : Réduction des émissions polluantes dues aux activités de l'AIG** poursuit 4 objectifs spécifiques :

1. Réduire la pollution de l'air liée aux activités aéroportuaires sur le tarmac
2. Augmenter le taux d'utilisation des modes de transports durables par les personnels de l'aéroport et les passagers aériens
3. Réduire la pollution de l'air liée aux infrastructures (bâtiments, installations techniques liées aux bâtiments)
4. Inciter les compagnies aériennes à opérer sur GA avec leurs avions les moins polluants

Dans le cadre de son **système de management de l'environnement (SME)**, GA développe des mesures dans le domaine de la qualité de l'air appliquées à l'ensemble du site aéroportuaire. L'ensemble des sources d'émissions est pris en compte : trafic aérien, services d'assistance en escale, infrastructures (chauffage) et trafic induit par les activités aéroportuaires. Les mesures sont mises en œuvre selon 4 axes :

- Inventaires des émissions.
- Mesure des immissions : une station fixe mesure le NO₂, le SO₂, l'ozone et les PM10 en

¹ PM10 : poussière fine (particulate matter) d'un diamètre inférieur à 10 micromètres

bord de piste. Un réseau de capteurs passifs mesure la concentration de NO₂ en différents points du site aéroportuaire et à l'extérieur, le long des trajectoires d'atterrissage et de décollage.

- Actions de diminution des émissions telles que l'installation des systèmes fixes de fourniture d'énergie aux avions, l'achat de véhicules de service plus écologiques ou la mise en œuvre d'un plan de mobilité.
- Mesure d'incitation : la redevance sur les émissions gazeuses des avions.

Phase de réalisation

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a édicté la **Directive sur la protection de l'air sur les chantiers** (Directive Air Chantiers, 1^{er} septembre 2002, actualisée au 1^{er} janvier 2009). Deux niveaux de mesures ont été déterminés en fonction de la durée, de la nature et de la dimension du chantier d'une part et en fonction de la densité du tissu bâti et de la population d'autre part. Le tableau suivant présente les exigences générales relatives aux deux niveaux de mesures :

Niveau	Machines, appareils et procédés de travail correspondant	Mesures
A	Au moins à l'équipement normal et à l'application usuelle des procédés	"Bonne pratique de chantier" (mesures de base)
B	À l'état de la technique selon art. 4 OPair	Mesures de base et mesures spécifiques

Tableau 5.1.1 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection de l'air

5.1.2. Etat actuel

Depuis 1986, le canton de Genève s'est doté du Réseau d'Observation de la Pollution de l'Air à Genève (ROPAG). Son objectif est de mesurer en plusieurs points de l'agglomération, la qualité de l'air (dioxyde d'azote, ozone, poussières en suspension, ...). Ainsi, 6 stations de mesures fixes et 1 mobile sont réparties sur le territoire cantonal, afin d'une part, de suivre l'évolution au cours du temps et d'autre part, d'identifier les régions les plus polluées.

Depuis 2001, le Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA) a mis en place un réseau de 70 points de mesure du dioxyde d'azote (capteurs passifs), répartis selon une maille hectométrique, centré sur les zones urbaines, suburbaine et couvrant une large partie de l'agglomération genevoise.

La station ROPAG la plus proche du site du projet se trouve à 3 km à l'est ; il s'agit de la station "Meyrin".

Par ailleurs, la station EOLE de l'aéroport mesure depuis 1996 la qualité de l'air (NO₂, SO₂, O₃ et PM10) en bordure de piste, à l'endroit où la poussée des réacteurs est maximale. En 2004, un appareil à microbalance qui mesure les concentrations en particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) a été intégré à la station.

Le suivi des teneurs en dioxyde d'azote (NO₂) est renforcé par un réseau de 16 capteurs passifs installés en 2003 dans l'enceinte de l'aéroport et en dehors, dans le prolongement de la piste.

Les immissions mesurées par la station EOLE sont intégrées au ROPAG. Ces données, ainsi que celles issues du réseau de capteurs passifs, sont validées et exploitées par le SABRA.

Immissions de dioxyde d'azote (NO₂)

Le cadastre des immissions de dioxyde d'azote (moyenne annuelle 2011) est donné ci-après (figure 5.1.1).

Le site du projet se trouve dans une zone où **la concentration moyenne actuelle de dioxyde d'azote dépasse la valeur limite de l'OPair (30 µg/m³)**, avec des concentrations plus élevées à proximité de l'aérogare (36 µg/m³) et moins élevées à proximité de la chaufferie (31 µg/m³).

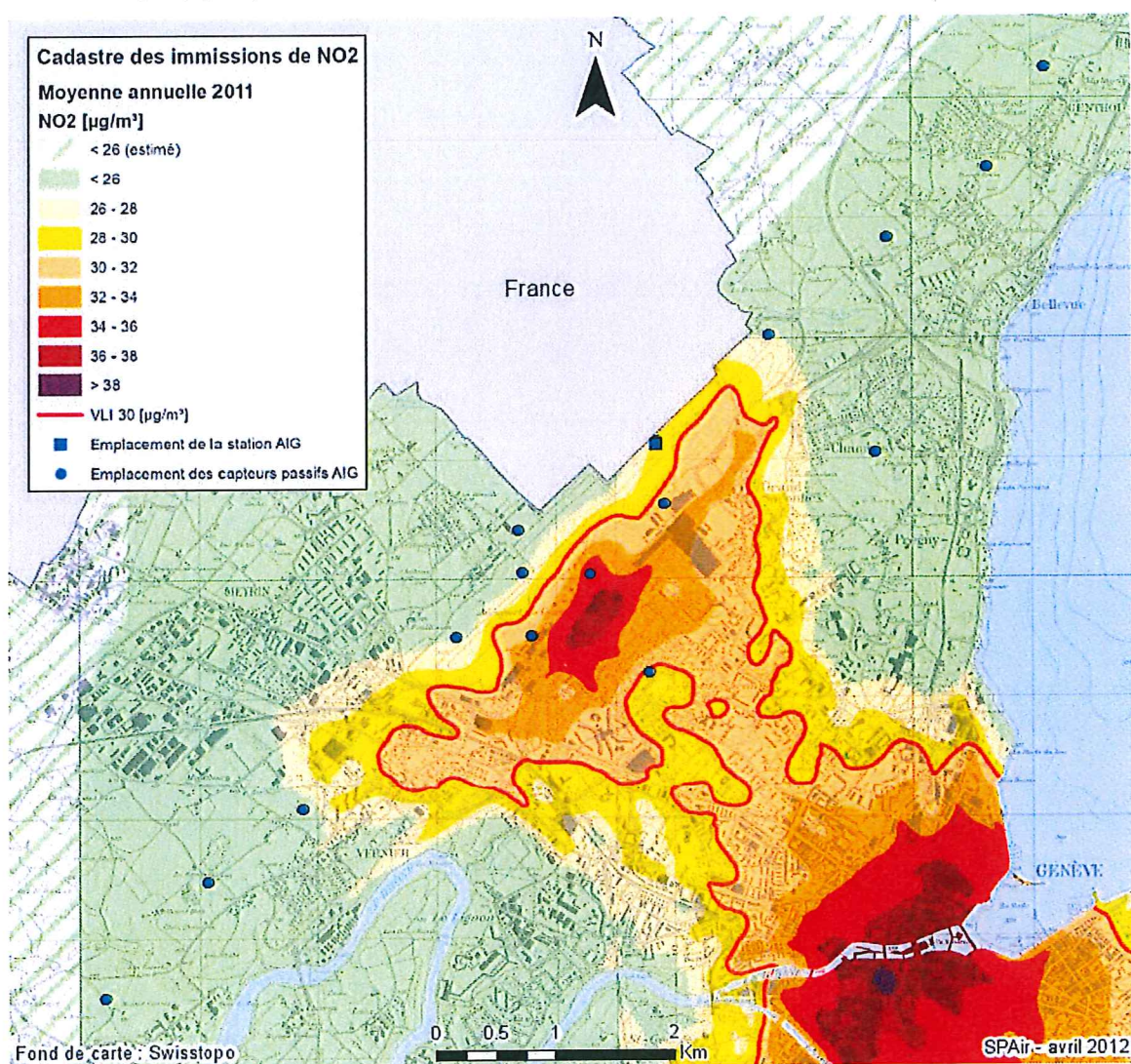


Figure 5.1.1 : Cadastre des immissions de NO₂ en 2011 (source : SABRA)

Immissions de particules fines (PM₁₀)

La station EOLE de l'aéroport mesure les PM₁₀ depuis 2005. Les concentrations annuelles moyennes sont :

2005 : 21 µg/m ³	2006 : 23 µg/m ³	2007 : 19 µg/m ³	2008 : 19 µg/m ³
2009 : 21 µg/m ³	2010 : 20 µg/m ³	2011 : 22 µg/m ³	

Le site du projet se trouve donc **en 2011 légèrement au-dessus de la valeur limite de l'OPair (20 µg/m³)**.

5.1.3. Etat futur sans projet

Immissions de dioxyde d'azote (NO₂)

Des prévisions à l'horizon 2020 ont été publiées pour 2 scénarios, "Tendance" (évolution de la situation actuelle sans mesures de restriction) et "Maîtrisé" (meilleure maîtrise de l'urbanisation s'accompagnant d'une restriction du trafic routier)². Elles prévoient toutes deux qu'en 2020, malgré une diminution des émissions d'oxydes d'azote sur le territoire genevois, la région au sud de l'aéroport sera toujours située au-dessus de 30 µg/m³ de NO₂.

Immissions de particules fines (PM10)

Les modélisations à l'horizon 2020 prévoient également une augmentation des émissions de PM10 par rapport à 2007 sur le territoire genevois, que ce soit pour le scénario "Tendance" ou "Maîtrisé". Ainsi, la région au sud de l'aéroport connaîtra en 2020 des immissions supérieures à la valeur limite (de l'ordre de 30 µg/m³ PM10).

5.1.4. Impacts du projet

Conformité du projet avec le Plan OPair

Le projet n'a aucune influence sur les objectifs n°1 (sauf chantier), 2 et 4. Par contre, le choix de réaliser un concept énergétique performant et durable (cf. § 4.4) va tout à fait dans le sens de l'objectif n°3. **Le projet est donc conforme avec le Plan des mesures OPair.**

Emissions dues au trafic routier

Le projet n'entraînera pas d'augmentation des prestations kilométriques (cf. chapitre 4.3.1), et par conséquent des émissions de polluants atmosphériques dues au trafic routier.

Émissions dues au trafic aérien

Le projet n'entraînera pas d'augmentation du trafic aérien (cf. chapitre 4.3.2) ni d'augmentation de l'énergie aux avions (eau, électricité, chaud, froid, air comprimé) et par conséquent aucune émission de polluants atmosphériques supplémentaire.

Émissions dues au chauffage

Le chauffage des locaux sera réalisé grâce à 2 pompes à chaleur (PAC) couplées à des sondes géothermiques. Une sécurité est assurée par un raccordement à la centrale de chauffage existante par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur. D'après les auteurs du concept énergétique, la probabilité d'une panne qui nécessiterait le recourt au chauffage de secours est très faible : en effet, chacune des 2 PAC est dimensionnée pour couvrir environ 70% des besoins et l'inertie thermique d'un tel bâtiment est importante. Ainsi, la part annuelle du chauffage de l'aile_EST Bâtiment qui sera effectivement produite par la chaufferie existante peut être qualifiée de quasi nulle. On peut donc considérer que le projet n'entraînera aucune émission polluante due au chauffage.

Phase de réalisation

Etant donné que le chantier est situé en zone d'agglomération, que sa durée dépasse 1 an, que sa surface dépasse 4'000 m² et que son cubage dépasse 10'000 m³, la Directive impose le **niveau de mesures B**.

² source : Plan des mesures OPair 2003-2010. Version révisée en 2008 et bilan 2007. Approuvé par le Conseil d'Etat le 23 juillet 2008 ; Etat de Genève – DT – SPAir ; juin 2008

Les mesures suivantes de protection de l'air sur le chantier devront être intégrées dans le cahier des charges des appels d'offres (cf. mesure A1 ci-dessous) :

N°	Libellé mesure
M14	Equiper les voies de sortie du chantier aboutissant sur le réseau routier public de sas de nettoyage efficaces, p.ex. d' installations de lavage des roues .
M15	Démolir ou démanteler les objets en éléments aussi gros que possible, en retenant les poussières de manière appropriée (p.ex. par arrosage).
T12	Utiliser des produits ménageant l'environnement lors du traitement de surfaces de tous genres (couches de fond, couches d'apprêt, peintures isolantes, masticages, vernis, crépis, ponts d'adhérence, premières couches, etc.); faire de même avec les colles et les garnitures de joints.
G5	Les nouvelles machines utilisées sur le chantier doivent satisfaire, à compter de la date de leur mise en service, aux valeurs limites en vigueur prescrites par la directive européenne 97/68/CE.
G8	Les machines et les appareils équipés de moteur diesel d'une puissance supérieure à 18 kW doivent satisfaire aux exigences selon l'art. 19a et l'annexe 4, ch.3, OPair, dans le respect des délais de transition. Font exception les machines et les appareils équipés de moteur à combustion engagés dans des travaux en souterrain *
A1	Les mesures de la Directives Air Chantiers sont à formuler concrètement dans les dispositions spéciales et dans la liste des prestations des documents de soumissions .
B2	Le maître d'œuvre ou un organe compétent désigné par lui surveille l'application correcte des mesures de limitation des émissions fixées dans la procédure d'autorisation, le catalogue des prestations et le contrat d'entreprise.

* en souterrain, il est obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2002 d'équiper tous les appareils et engins diesel de systèmes de filtres à particules.

La mesure G8 rejoint la mesure 13.1 du Plan des mesures OPair 2003-2010, version révisée en 2008 : "maintien de l'obligation d'équipement de filtres à particules sur les machines de chantier de puissance supérieure à 37 kW, introduction progressive pour les machines de puissance supérieure à 18 kW, sur tous les chantiers menés par l'AIG".

Le respect de ces mesures sera contrôlé par un suivi environnemental de réalisation (SER) (cf. mesure B2 ci-dessus).

De plus, pour être admis à circuler dans l'enceinte aéroportuaire, tous les véhicules et engins doivent respecter les conditions suivantes :

- Respect de la dernière norme officielle en vigueur spécifique à l'engin concerné, actuellement la **norme Euro 5 ou Com 3** (Euro phase 3).
- Contrôle technique et fiche d'entretien du système antipollution (carnet antipollution) à jour ou tout autre document officiel certifiant que le véhicule respecte les normes antipollution en vigueur.

Toute exception doit faire l'objet d'une demande dûment motivée et soumise au service environnement de GA.

5.1.5. Conclusion

Le projet est conforme avec le Plan des mesures OPair. Aucune émission polluante supplémentaire liée aux trafics routier et aérien n'est prévue, ni aucune émission liée au chauffage. La protection de l'air sur le chantier sera contrôlée dans le cadre du SER.

5.2. BRUIT

5.2.1. Bases légales

Phase d'exploitation

Du point de vue de la protection contre le bruit, le projet aile_EST Bâtiment doit être considéré selon l'article 8 de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) « *Limitation des émissions d'installations fixes modifiées* ».

Si la nouvelle aile_EST ne provoque pas d'augmentation de la perception de bruit, le projet constitue alors une « modification non notable » de l'installation existante (aéroport). Dans ce cas, conformément à l'article 8, alinéa 1, de l'OPB, les « *émissions de bruit des éléments d'installation nouveaux ou modifiés doivent, conformément aux dispositions de l'autorité d'exécution, être limités dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable* », autrement dit, il convient d'appliquer le principe de prévention selon l'article 11 LPE.

Différents types de bruit sont liés directement ou indirectement à l'exploitation de l'aile_EST Bâtiment. Ces sources doivent être évaluées séparément selon l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). On distingue :

- ▶ Le **bruit du trafic aérien**, qui concerne un périmètre étendu autour de l'aéroport. L'annexe 5 OPB définit les valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes civils ;
- ▶ Le **bruit des installations techniques (CVC) de l'aile_EST Bâtiment**, qui concerne le voisinage immédiat. Les valeurs limites sont définies à l'annexe 6 OPB relative au bruit de l'industrie et des arts et métiers.
- ▶ Le **bruit de l'exploitation de l'aile_EST Bâtiment** (mouvements sur tarmac, ...) qui concerne également le voisinage immédiat. C'est également l'annexe 6 OPB qui s'applique dans ce cas.

Phase de réalisation

Le responsable du chantier sera tenu de prendre toutes les mesures pour réduire les nuisances aussi bien dans l'organisation et dans l'exploitation de son chantier qu'en utilisant des équipements équipés et exploités selon l'état reconnu de la technique.

L'OFEV a édicté une directive sur le bruit des chantiers³ qui fixe des contraintes à respecter pour les chantiers en fonction du type de travaux envisagés, de la durée du chantier et des phases bruyantes, des distances par rapport aux zones sensibles au bruit, du degré de sensibilité au bruit de ces zones et des transports liés au chantier.

Des mesures de protection particulières peuvent être imposées selon la situation et sont à prendre en compte dans les documents de soumissions et les contrats d'exécution de l'ouvrage.

La directive définit 3 niveaux de mesures de protection contre le bruit selon la durée du chantier et le degré de sensibilité au bruit des zones qui jouxtent le chantier. Le tableau suivant énonce les exigences générales des différents niveaux de mesures.

³ Directive sur les mesures de construction et d'exploitation destinées à limiter le bruit des chantiers, OFEV, Version actualisée du 24 mars 2006

Niveau	Les travaux de construction, travaux des constructions très bruyants et transports de chantier	Les machines, les appareils et les véhicules de transports
A	Pas influencés par les mesures	Équipement standard
B	Faiblement influencés par les mesures	État reconnu de la technique
C	Notablement influencés par les mesures	État le plus récent de la technique

Tableau 5.2.1 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection contre le bruit

5.2.2. Périmètre d'étude

L'analyse des effets du projet montre qu'aucun changement des opérations sur le tarmac, liées à l'aile_EST Bâtiment (trajets, rotations, etc.) n'étant prévu, les niveaux sonores partiels liés au projet perçus sur les communes de Meyrin et de Ferney-Voltaire resteront inchangés. En conséquence, le choix des récepteurs s'est porté sur la commune du Grand-Saconnex, où les évaluations ont été effectuées sur 40 récepteurs, choisis en fonction de leur proximité avec le projet, de leur affectation et des degrés de sensibilité (DS) au bruit.

Les habitations les plus proches des installations de l'aile_EST Bâtiment se trouvent ainsi à une distance minimale d'environ 200 m (Chemin des Préjins), au sud-est du terminal passagers (T1), de l'autre côté de l'autoroute, dans une zone classée en degré de sensibilité au bruit III (selon le Plan d'attribution des degrés de sensibilité OPB de la commune du Grand-Saconnex, adopté par le Conseil d'Etat le 28.11.2007).

En ce qui concerne les bâtiments contigus au périmètre du projet, ils abritent les activités des locataires du bâtiment SWISSAIR - IATA (Association internationale du transport aérien), la halle 7 de Palexpo et la salle de spectacle Arena. Ces bâtiments n'ont pas d'ouvrant du côté tarmac.

Le périmètre pris en compte comprend l'ensemble de la zone située en périphérie de l'aile_EST Bâtiment (voir figure 5.2.1) :

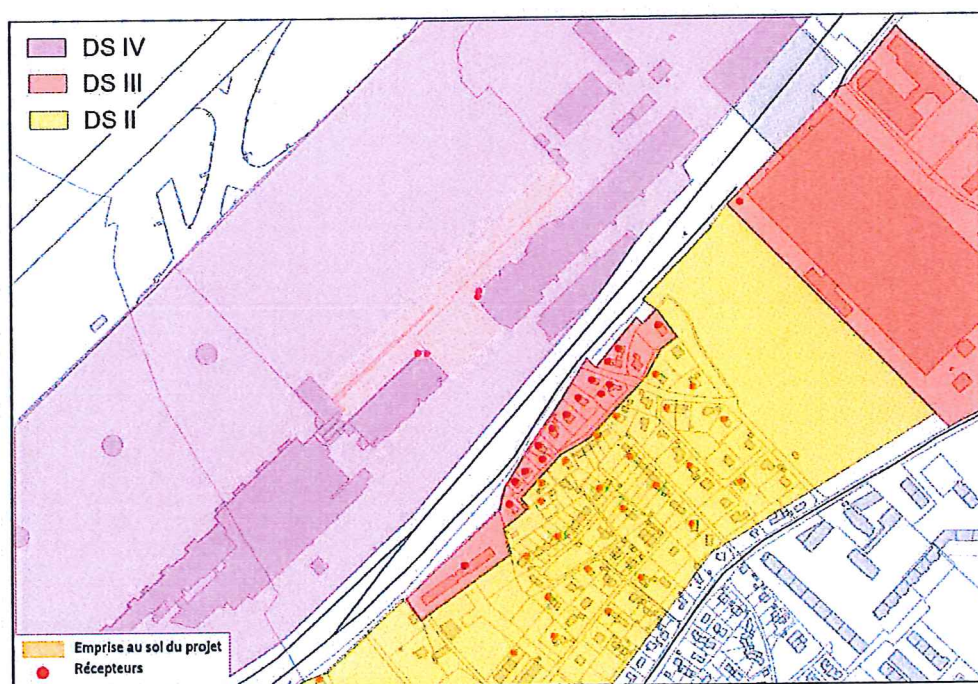


Figure 5.2.1 : Emplacement des récepteurs et degrés de sensibilité au bruit

5.2.3. Modèle acoustique de calcul

Un modèle numérique 3D de propagation acoustique (logiciel IMMI 2012) a été utilisé pour calculer les niveaux sonores perçus L_{eq} aux récepteurs. Les niveaux sonores perçus ont été évalués pour les sources précisées au paragraphe 5.2.4 :

Sur la base des résultats de calcul (L_{eq}), une détermination des niveaux d'évaluation partiels annuels L_r relatifs à ces différentes sources a été effectuée.

Aux fins du calcul, les éléments de modélisation suivants ont été considérés :

- ▶ Topographie : Un géomètre a procédé au relevé topographique du terrain dans la zone du projet (courbes de niveau équidistantes de 1m)
- ▶ Bâtiments : Un géomètre a tiré un extrait cadastral du gabarit des bâtiments existants (fichier MNS des SITG).
- ▶ Sources sonores : Les données acoustiques relatives aux émissions sonores des avions proviennent de la base de données disponible dans la norme allemande AzB 2008 (spectres à l'émission selon les catégories d'avions).

La propagation acoustique est effectuée selon la norme ISO 9613 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre ». Elle prend en compte l'influence de différents paramètres, notamment :

- ▶ Atténuation par la distance ;
- ▶ Réflexions : les réflexions sont appliquées sur l'ensemble des éléments de modélisation (bâtiments, sol, écrans, etc.) ; un seul niveau de réflexion est pris en considération pour les calculs ;
- ▶ Effets liés à la diffraction ;
- ▶ Effets liés à l'absorption des différentes surfaces (sols, bâtiments, murs, etc.) ;
- ▶ Effets de sol ;
- ▶ Effets d'écran produits par les bâtiments, les obstacles naturels et construits ;
- ▶ Effets de la météo : température, humidité relative, occurrence des vents (basée sur la statistique d'occurrence des vents mesurée à Cointrin sur la période 2001-2011, données issues de Météo Suisse).

La pratique nous montre que la précision des modèles est globalement de ± 3 dB(A). Cependant, cette erreur systémique s'annule dès lors que l'on calcule une différence entre 2 variantes. Il y a donc lieu de relever que, nonobstant cette incertitude, les résultats peuvent parfaitement être comparés entre eux (résultats donnés à 0.1 dB pour des différences entre plusieurs situations de calcul).

5.2.4. Données d'émission relatives aux sources de bruit

Les différentes sources acoustiques prises en compte dans le projet sont les suivantes :

- ▶ Circulation des avions sur le tarmac pour les différentes directions de piste (piste 05 et 23, départ et arrivée)
- ▶ Fonctionnement des APU en position (positions 14 à 19, resp. 13 à 19 pour le projet) à l'arrivée et au départ
- ▶ Fonctionnement des moteurs en position (positions 14 à 19, resp. 13 à 19 pour le projet) à l'arrivée et au départ

Il a également été déterminé que, dans le but de tenir compte de la mixité de la flotte se trouvant sur la plateforme aéroportuaire, les différentes sources pouvaient être valablement représentées en considérant les 4 catégories relatives aux codes OACI B, C, D et E (pour lesquels les avions représentatifs sont respectivement : C56X, A320, B763 et A333).

Circulation des avions sur le tarmac

Pour chaque trajet effectué par les avions sur le tarmac, le principe de la modélisation est de représenter une source ponctuelle parcourant un trajet défini.

Le trajet est donc représenté par plusieurs sources ponctuelles, de telle manière que la distance séparant chacune d'elle avec la suivante corresponde à la distance parcourue en 1 s par la source (pour un déplacement de l'avion à 32 km/h, une source ponctuelle sera disposée tous les 9 m le long du trajet). Ceci permet alors de déterminer un SEL pour chaque trajet et à chaque récepteur.

La directivité des moteurs des avions circulant sur le tarmac n'a pas été prise en compte dans les calculs (source omnidirectionnelle), ce qui permet d'être conservateur dans les évaluations.

Fonctionnement des APU

Pour chaque position considérée (14 à 19 pour l'état actuel et 13 à 19 pour l'état futur) et pour chaque code OACI, nous avons modélisé une source ponctuelle à l'emplacement de l'APU.

Du fait de la stationnarité de la source, la directivité relative aux APU des avions a été prise en compte dans les calculs.

Fonctionnement des moteurs en position

De même que pour le fonctionnement des APU, nous avons considéré, pour chaque position (14 à 19 pour l'état actuel et 13 à 19 pour l'état futur) et pour chaque code OACI, une source ponctuelle représentant le bruit du moteur lors de l'arrivée et du départ de l'avion.

Du fait de la stationnarité de la source, la directivité relative aux moteurs des avions a été prise en compte dans les calculs.

Sources non significatives

Du fait de leur niveau d'émission beaucoup plus faible que les sources détaillées ci-dessus, et après vérification, il s'avère que les sources suivantes sont marginales :

- ▶ Manipulation des dollies dans les racks de stockage : circulation de tracteurs équipés d'un moteur électrique; des chocs sont possibles, mais ceux-ci auraient un niveau de puissance acoustique plus faible que celui des moteurs des avions au roulage ou en position.
- ▶ Fonctionnement des GPU (Ground Power Unit) pour les positions qui ne sont actuellement pas équipées du réseau 400 Hz (positions 17 à 19) : le projet prévoit d'équiper ces positions du réseau 400 Hz, ce qui apportera une amélioration par rapport à la situation actuelle (le calcul effectué ici serait donc minimisé).
- ▶ Fonctionnement des PCA (Pre-Conditioned Air) pour les positions que ne sont actuellement pas équipées de jetty (positions 17 à 19) : le projet prévoit d'équiper ces positions de jetty, ce qui apportera une amélioration par rapport à la situation actuelle (le calcul effectué ici serait donc minimisé).

5.2.5. Hypothèses de calcul

Afin de déterminer le niveau d'évaluation partiel pour les trois sources de bruit définies précédemment, les hypothèses d'exploitation et les correctifs OPB ont été déterminés de la manière suivante.

Nombre de trajets effectués devant la future Aile Est

Sur la base des enregistrements radars des mouvements d'avions sur le tarmac de l'aéroport, une analyse a pu être effectuée, de manière à déterminer le nombre de trajets effectués en fonction du sens d'utilisation de la piste (piste 05 ou 23) et du sens de circulation des avions (départ ou arrivée).

Fonctionnement des APU

Le temps de fonctionnement des APU se base sur les rotations actuelles pour les positions 14 à 19 (ou rotations prévisibles pour le projet), en considérant un fonctionnement de 90 secondes en moyenne par arrivée d'avion en position et un fonctionnement de 5 minutes en moyenne par départ d'avion de la position.

Fonctionnement des moteurs

Le temps de fonctionnement des moteurs se base sur les rotations actuelles pour les positions 14 à 19 (ou rotations prévisibles pour le projet), en considérant un fonctionnement de 90 secondes en moyenne lors de l'arrivée en position et un fonctionnement de 7 minutes et 6 secondes en moyenne lors du départ de la position.

Construction de la barrière visuelle le long de la nouvelle dalle TRIBAG

Dans la modélisation de la situation 2018 AVEC projet, nous avons considéré que la barrière visuelle était réalisée avec un matériau plein non absorbant (verre par exemple), d'une hauteur relative de 4.25 m par rapport à la dalle.

5.2.6. Détermination des niveaux d'évaluation OPB

La détermination du niveau d'évaluation OPB est effectuée de la manière suivante :

$$L_{r \text{ partiel global}} = 10 \cdot \log(\sum_i 10^{(L_{ri \text{ trajets}}/10)} + \sum_i 10^{(L_{ri \text{ APU}}/10)} + \sum_i 10^{(L_{ri \text{ moteurs}}/10)}) \text{ [dB(A)] où :}$$

$$L_{ri \text{ trajets}} = SEL + K1 + K2 + K3 + 10 \cdot \log(t_{i \text{ trajets}}/t_0) \text{ [dB(A)]}$$

avec :

$$SEL = L_{eq \text{ calculé}} + 10 \cdot \log(n)$$

n = nombre de trajets journaliers moyens

$$K1 = 0 \text{ (Jour) et } 0 \text{ (Nuit)}$$

$$K2 = K3 = 0$$

$$t_{i \text{ trajets}} = 1 \text{ s (définition du SEL)}$$

$$t_0 = 43'200 \text{ s [720 (min) * 60 (s)]}$$

Les correctifs K1 pour les trajets ont été considérés comme étant du trafic sur l'aire d'exploitation (Annexe 6, art. 1, al. 1, let. c).

Dans la mesure où le but de cette étude d'impact est de vérifier la modification notable ou non de la perception du bruit pour les riverains, une attribution d'un autre correctif K1 ne changerait pas l'évaluation de cette différence entre l'état actuel et l'état avec projet.

Suite à une série de mesures effectuées au Chemin de Préjins, il n'a pas été observé ou perçu de tonalités ou de bruits à caractère impulsif, le bruit de l'autoroute étant prépondérant. Ceci nous a amenés à considérer que les correctifs K2 et K3 sont admis à 0 dB(A).

$$L_{ri \text{ APU}} = L_{eq \text{ APU}} + K1 + K2 + K3 + 10 \cdot \log(t_{i \text{ APU}}/t_0) \text{ [dB(A)]}$$

avec :

$$K1 = 5 \text{ (Jour) et } 5 \text{ (Nuit)}$$

$$K2 = K3 = 0$$

$$t_{i \text{ APU}} = \text{temps de fonctionnement journalier moyen des APU [s]}$$

$$t_0 = 43'200 \text{ s [720 (min) * 60 (s)]}$$

Les correctifs K1 pour les APU ont été considérés comme étant du bruit de l'exploitation d'une installation industrielle (Annexe 6, art. 1, al. 1, let. a).

Les remarques ci-dessus relatives à K1, K2 et K3 s'appliquent également au bruit des APU.

$$L_{ri \text{ Moteurs}} = L_{eq \text{ Moteurs}} + K1 + K2 + K3 + 10 \cdot \log(t_{i \text{ Moteurs}}/t_0) \text{ [dB(A)]}$$

avec :

- $K1 = 5$ (Jour) et 5 (Nuit)
- $K2 = K3 = 0$
- $t_{i \text{ Moteurs}} = \text{temps de fonctionnement journalier moyen des moteurs [s]}$
- $t_0 = 43'200 \text{ s [720 (min) * 60 (s)]}$

La source de bruit relative au fonctionnement des moteurs des avions pouvant être considérée de la même manière que la source de bruit relative au fonctionnement des APU, les 3 correctifs OPB (K1, K2 et K3) sont donc identiques à ceux déterminés pour le fonctionnement des APU.

5.2.7. Impacts du projet

Bruit du trafic aérien (Annexe 5 OPB)

Le projet aile_EST Bâtiment n'entraînera pas d'augmentation du nombre de mouvements liés au trafic aérien (cf. chapitre 4.3.2) et par conséquent aucune émission sonore supplémentaire.

Bruit des installations techniques (CVC) de l'aile_EST Bâtiment

Selon le concept énergétique (*Concept CVCS, groupement RBI, 22.04.2013*), les seules installations techniques susceptibles d'occasionner une gêne sonore sur le voisinage sont les monoblocs des centrales de traitement de l'air (CTA) pour la ventilation de l'aile_EST Bâtiment. En effet, chacune des portes 13 à 18 dispose d'une CTA au niveau 1 et une CTA au niveau 2, à l'exception de la porte 19 (niveau 1 uniquement). Ces CTA sont situées du côté autoroute.

Une estimation des niveaux sonores en façade des habitations les plus proches des CTA (Chemin des Préjins n°19C, cf. figure 5.2.2 ci-après) a été effectuée avec les hypothèses suivantes :

- 3 sources simultanées considérées (CTA16_1, CTA16_2, CTA15_2), les autres CTA sont « masquées » par les bâtiments IATA et Arena-Halle 7
- Niveau de pression acoustique d'une source : 68 dB(A) à 1m (donnée technique fournisseur)
- Distance source-façade : 225 m (distance plane minimale)
- Fonctionnement des installations techniques : 12h de jour (7h-19h) et 7h de nuit (19h-24h et 5h-7h)
- Corrections de niveau : K1 = 5 (jour) / 10 (nuit), K2 = 2 (audibilité faible, prépondérance du bruit autoroutier), K3 = 0 (audibilité nulle, prépondérance du bruit autoroutier)

Avec les hypothèses ci-dessus et selon la méthode de calcul de l'annexe 6 OPB, les niveaux sonores en façade sont d'environ **34 dB(A) de jour** et d'environ **37 dB(A) de nuit**, soit en dessous des valeurs de planification (VP) du degré de sensibilité au bruit (DS) III (60 dB(A) de jour et 50 dB(A) de nuit). Par ailleurs, on respecterait également les VP du DS II.

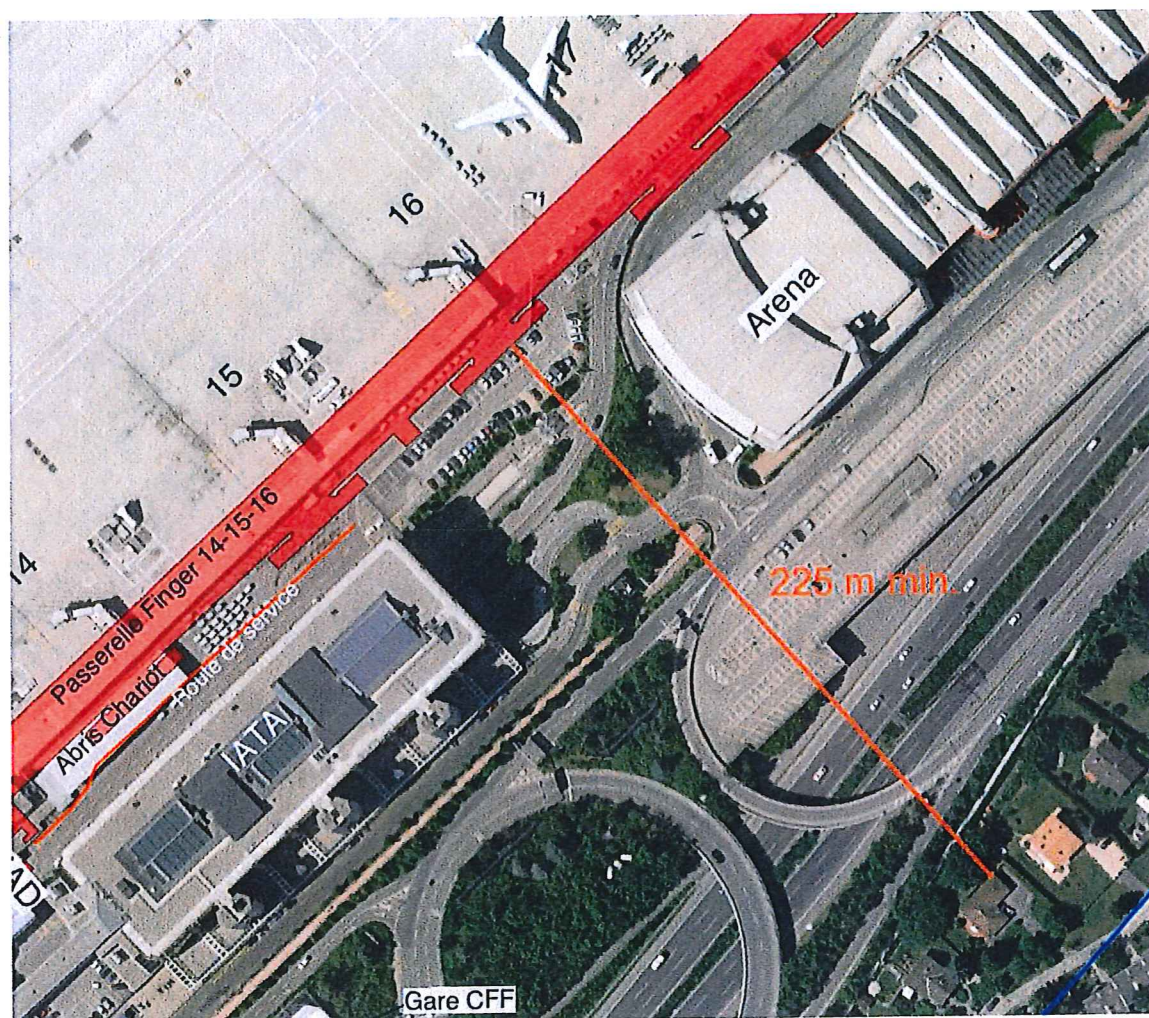


Figure 5.2.2 : Estimation du bruit des CTA 15 et 16 sur l'habitation Chemin des Préjins 19C

Bruit de l'exploitation de l'aile_EST Bâtiment

Les résultats de la modélisation de bruit sont les suivants :

De jour, le projet apportera une **diminution** (différence AVEC / SANS projet) de **0.4 à 2.9 dB(A)**, ce qui est une amélioration sensible de la situation, d'autant plus que l'ensemble des récepteurs observeront une amélioration supérieure à 1 dB(A) (à l'exception de 3 récepteurs, où l'amélioration sera de 0.4 à 0.8 dB(A)).

De nuit, le projet apportera une **diminution** (différence AVEC / SANS projet) de **0.1 à 1.9 dB(A)**, ce qui est une amélioration de la situation.

L'effet d'obstacle lié à la construction du bâtiment aile_Est au bruit provenant du tarmac sur le voisinage est donc meilleur le projet que dans la configuration actuelle avec le bâtiment Passerelle Finger 14-15-16.

Les résultats détaillés sont donnés au tableau 5.2.2 ci-après.

Récepteurs		Etat SANS projet		Etat AVEC projet			
N°	Adresse	JOUR	NUIT	JOUR		NUIT	
		Lr global [dB(A)]	Lr global [dB(A)]	Lr global [dB(A)]	Diff. AVEC / SANS projet [dB(A)]	Lr global [dB(A)]	Diff. AVEC / SANS projet [dB(A)]
17I	Chemin de Préjins	53.7	48.6	51.8	-1.9	47.7	-0.9
19E	Chemin de Préjins	56.1	50.7	53.1	-3.0	49.0	-1.7
19D	Chemin de Préjins	57.2	51.7	55.5	-1.7	51.3	-0.4
19C	Chemin de Préjins	56.0	50.7	53.8	-2.2	49.9	-0.8
19B	Chemin de Préjins	56.1	51.4	53.7	-2.4	49.6	-1.8
19A	Chemin de Préjins	55.5	50.8	53.2	-2.3	48.9	-1.9
20	Chemin de Préjins	55.0	50.2	53.2	-1.8	48.9	-1.3
21	Chemin de Préjins	55.3	50.1	53.0	-2.3	48.8	-1.3
24	Chemin de Préjins	54.4	49.8	53.1	-1.4	48.7	-1.1
16	Chemin de Préjins	54.2	49.5	53.0	-1.2	48.4	-1.1
12	Chemin de Préjins	54.4	49.6	53.2	-1.2	48.7	-0.9
17A	Chemin de Préjins	54.4	49.6	52.4	-2.0	48.1	-1.5
17C	Chemin de Préjins	54.2	49.1	52.0	-2.2	47.8	-1.3
17G	Chemin de Préjins	54.8	49.3	53.2	-1.6	49.0	-0.3
17H	Chemin de Préjins	54.0	48.7	52.6	-1.4	48.4	-0.3
15	Chemin de la Métairie	53.1	48.1	51.8	-1.3	47.6	-0.5
23	Chemin de la Métairie	53.9	48.7	52.5	-1.4	48.4	-0.3
35	Chemin de la Métairie	54.5	49.4	53.3	-1.2	49.1	-0.3
23	Chemin du Pré Carbeux	54.2	49.7	52.6	-1.7	48.3	-1.4
13	Chemin du Pré Carbeux	54.4	49.6	52.8	-1.6	48.5	-1.1
15A	Chemin de Préjins	53.5	48.5	51.6	-1.9	47.3	-1.2
10	Chemin de Préjins	54.4	49.9	53.0	-1.4	48.7	-1.2
9	Chemin de Préjins	53.1	48.5	52.0	-1.1	47.6	-0.9
5E	Chemin de Préjins	53.9	49.0	52.5	-1.4	48.2	-0.8
20	Chemin de la Métairie	54.2	49.1	53.1	-1.1	48.9	-0.2
1Ter	Chemin de la Métairie	54.3	49.3	53.0	-1.3	48.9	-0.4
5	Chemin de la Métairie	51.9	47.0	50.7	-1.2	46.6	-0.4
39	Chemin de Jonc	51.7	46.8	50.9	-0.8	46.7	-0.1
40	Chemin de Jonc	51.7	46.8	50.3	-1.4	46.3	-0.5
44	Chemin de Jonc	51.6	46.7	50.0	-1.6	45.6	-1.1
	Chemin du Pré Carbeux	53.4	48.4	52.3	-1.1	48.0	-0.4
5A	Chemin de Préjins	52.2	47.6	50.7	-1.5	46.4	-1.2
32	Chemin de Jonc	49.1	44.4	47.9	-1.2	43.6	-0.8
19	Chemin Riant_Bosquet	53.5	49.0	53.1	-0.4	48.8	-0.2
37	Chemin de Jonc	51.3	46.4	50.6	-0.7	46.3	-0.1
19F	Chemin de Préjins	54.6	49.3	52.7	-1.9	48.6	-0.7
43A	Chemin de la Métairie	54.2	48.9	52.7	-1.5	48.5	-0.4
19Dbis	Chemin de Préjins	54.7	49.2	52.4	-2.3	48.2	-1.0
21A	Chemin de Préjins	54.3	49.3	52.2	-2.1	47.9	-1.4
21B	Chemin de Préjins	54.5	49.1	51.8	-2.7	47.5	-1.6

Tableau 5.2.2 : Niveaux sonores calculés en façade des récepteurs, liés aux 3 sources de bruit considérées « trajets », « APU » et « moteurs en position » et gains liés au projet

Phase de réalisation

Principales phases bruyantes de chantier

- Phase -1 : Adaptation Gros Porteur, déconstruction du bâtiment avec démolition de plancher béton à l'aide de pelle équipée de marteau pneumatique (Montabert) et de marteaux pneumatiques individuels. La déconstruction métallique ne devrait pas être très bruyante, des découpes au chalumeau sont vraisemblablement prévues.
- Phase 1 : Démolition Gros Porteur et Finger, dito phase -1.
- Phase 2 : Construction galerie technique avec réalisation de parois moulées et pieux. Utilisation de pelles à câbles et de machine de forages. Bruit essentiellement du moteur des engins et ponctuellement **passage du trépan** en cas de rencontre de blocs isolés. **Fraisage** des hors profils. Pour le bétonnage des murs et dalles, nuisances habituelles de pompes à béton, d'utilisation d'aiguilles à vibrer et engins usuels (pelles, grues fixes ou sur pneus).
- Phase 3 : Construction solde galerie technique, dito phase 2. La démolition de la galerie existante : **sciage** du béton, démolition à l'aide de **Montabert** et **engins individuels**. Les risques de chocs, vibrations peuvent être non négligeables si certaines parties d'ouvrage sont en contact avec des bâtiments voisins.
- Phase 4 : Dito phase 3 car l'excavation du processor risque d'avoir des éléments en contact avec les bâtiments voisins. L'utilisation du **sciage** devrait diminuer les risques de diffusion du bruit. Mais les **démolitions manuelles** seront inévitables. Pour la construction béton armé, les moyens habituels seront mis en œuvre avec une grue dans la Cour de France. Pour le métal, les travaux de montage sont peu bruyants (soudures et boulonnages). Utilisation de camions sur pneus pour le hissage.
- Phases 5 à 11 : Dito phase 4, travaux de gros œuvre.
- Phase 12 : Démolition du bâtiment Gros Porteur, déconstruction de la structure métallique et démolition des éléments en béton par **sciage**, piquage au **Montabert**, **marteaux pneumatiques**, etc.

Application de la Directive Bruit de chantier

Le degré de sensibilité au bruit du voisinage (quartier d'habitation situé à moins de 300 m, de l'autre côté de l'autoroute) sont les DS II et III (hors zone aéroportuaire classée en DS IV, cf. figure 5.2.1). La phase de construction bruyante durera plus d'une année. Le **niveau de mesures C** (le plus sévère) sera appliqué à l'ensemble du chantier, hormis les transports de chantier.

En ce qui concerne les transports depuis et vers le chantier, le niveau de mesures A sera appliqué pour autant que les transports aient lieu exclusivement entre 6h et 22h et que le nombre de transports de chantier ne dépasse pas 50 mouvements par jour en moyenne et 300 mouvements par jour pendant 10 jours ouvrables.

Les mesures suivantes de protection contre le bruit du chantier devront être intégrées dans le cahier des charges des appels d'offres (cf. mesure 3.1.8.1 ci-dessous) :

N°	Libellé mesure
3.1.2.1	Procédés alternatifs à la démolition par casse (par ex : pince hydraulique)
3.1.4.1	Planification tenant compte des périodes de repos (pendant la phase de construction bruyante)
3.1.5.1	Protections provisoires (par ex.: palissades de chantier, bâtiments existants)
3.1.6.3	Machines et appareils respectant un niveau de puissance selon l'état le plus récent de la technique
3.1.8.1	Appels d'offres – Fixer dans un chapitre "Dispositions particulières" précisément les exigences liées au bruit
3.2.1.2	Surveillance et contrôles : Contrôles des mesures de limitation des émissions inscrites dans le devis descriptif et le contrat d'entreprise
3.2.1.3	Information des personnes touchées par le bruit (en particulier en cas de travaux très bruyants réalisés de nuit)
3.2.2.1	Optimisation de la planification
3.2.2.2	Puissance suffisante des machines et appareils
3.2.2.3	Exécution simultanée de travaux avec des émissions de bruit élevées
3.2.2.6	Choix de la localisation des machines et des appareils stationnaires
3.2.3.1	Transports de chantier – Planifier l'ensemble des transports

Le respect de ces mesures sera contrôlé par un suivi environnemental de réalisation (cf. mesure 3.2.1.2 ci-dessus).

L'**Ordonnance sur le bruit des machines (OBMa)** est entrée en vigueur le 1^{er} mai 2007. Elle concerne l'ensemble des machines et engins de chantier. Elle régit notamment les procédures d'évaluation de la conformité acoustique des matériels mis sur le marché, le marquage du niveau de puissance acoustique L_{WA} et le contrôle ultérieur du matériel mis sur le marché. Certains matériels sont soumis à des valeurs limites d'émissions. Les matériels entrant dans le champ d'application de l'OBMa ont bénéficié d'un délai transitoire de 2 ans, c'est-à-dire que les dispositions de cette ordonnance ne sont contraignantes que depuis le 1^{er} juillet 2009.

Les horaires de chantier sont des horaires "normaux" soit environ 8h-17h.

La communication et la diffusion des informations relatives au projet aile_EST Bâtiment en phases de développement et de réalisation, auprès des voisins, sont assurées par Genève Aéroport, notamment dans le cadre de séances régulières avec les voisins directs et les copropriétaires (notamment Arena – Halle 7).

5.2.8. Conclusion

En phase d'exploitation, le projet aile_EST Bâtiment apportera une diminution du bruit perçu par le voisinage, de jour comme de nuit.

Les principales phases de chantier bruyantes ont été identifiées. La protection contre le bruit du chantier sera contrôlée dans le cadre du SER.

5.3. VIBRATIONS / BRUIT SOLIDIEN PROPAGE

néant

5.4. RAYONNEMENT NON IONISANT

5.4.1. Bases légales

L'Ordonnance fédérale sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) vise à protéger l'homme contre le rayonnement non ionisant nuisible ou incommode. Elle comporte deux types de valeurs limites : des valeurs limites de nocivité (valeurs limites d'immissions) et des valeurs limites préventives (valeurs limites de l'installation).

L'article 13 ORNI définit le champ d'application des valeurs limites d'immission :

Les valeurs limites d'immission au sens de l'annexe 2 de l'ORNI doivent être respectées partout où des gens peuvent séjourner.

Par lieux à utilisation sensible (LUS) on entend (art. 3 ORNI) : les locaux d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent régulièrement. En font notamment partie les locaux d'habitation, les salles de classe, les chambres des hôpitaux et des homes pour personnes âgées ainsi que les postes de travail, comme les bureaux, où les travailleurs passent l'essentiel de leur temps (plus de 800 heures par an). N'en font pas partie par exemple les compartiments des trains, des places de jeux publics ou privées, définies dans un plan d'aménagement et les surfaces non bâties sur lesquelles les utilisations susmentionnées sont permises.

Pour les antennes de téléphonie mobile, le chiffre 65 de l'annexe 1 de l'ORNI définit que "les nouvelles et les anciennes installations ne doivent pas dépasser la valeur limite de l'installation dans les lieux à utilisation sensible dans le mode d'exploitation déterminant".

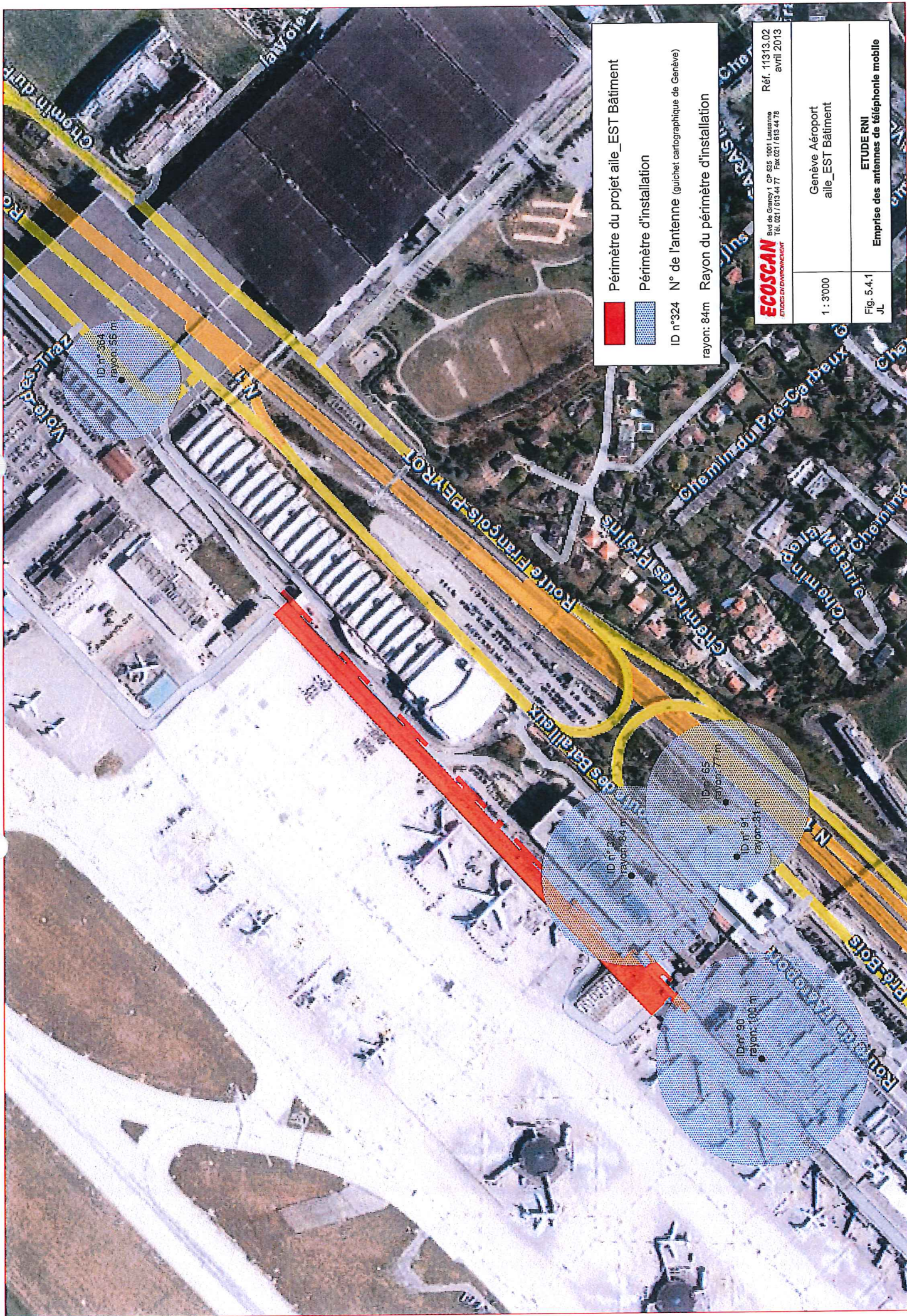
La valeur limite de l'installation pour la valeur efficace de l'intensité de champ électrique est de:

- a. 4,0 V/m pour les installations qui émettent exclusivement dans la gamme de fréquence de 900 MHz environ;
- b. 6,0 V/m pour les installations qui émettent exclusivement dans la gamme de fréquence de 1800 MHz environ ou dans une gamme de fréquence plus élevée;
- c. 5,0 V/m pour les installations qui émettent à la fois dans la gamme de fréquence selon la let. a et dans la gamme de fréquence selon la let. b.

5.4.2. Etat actuel

La figure 5.4.1 ci-après synthétise l'emplacement et le périmètre d'installation de chacune de ces antennes. Les emplacements ont été relevés et ajustés en fonction d'extraits des fiches d'installation des antennes, fournis par le SABRA (Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants).

Autour du projet, les différentes antennes de téléphonie mobile ont été relevées via le guichet cartographique genevois (SIT-GE).



Périmètre du projet aile_EST Bâtiment
 Périmètre d'installation
 ID n°324 N° de l'antenne (guichet cartographique de Genève)
 rayon: 84m Rayon du périmètre d'installation

ECOSCAN
études en environnement
 Blvd de Genève 1 CP 525 1001 Lausanne
 Tél. 021 / 613 44 77 Fax 021 / 613 44 78
 Réf. 11313.02
 avril 2013

1 : 3'000	Genève Aéroport aile_EST Bâtiment
Fig. 5.4.1 JL	ETUDE RNI Emprise des antennes de téléphonie mobile

5.4.3. Impacts du projet

Antennes de téléphonie mobile

Selon le SABRA, les nouveaux bâtiments projetés qui sont contenus, entièrement ou partiellement, à l'intérieur du périmètre d'installation de l'antenne ne respectent potentiellement pas les valeurs limites d'installation.

- **ID n°65, antenne GSM / UMTS**, rayon du périmètre d'installation 77 m. Cette antenne n'a pas d'influence sur le projet.
- **ID n°90, antenne GSM / UMTS**, rayon du périmètre d'installation 100 m. Cette antenne a une influence sur le projet, puisque son périmètre d'installation traverse le projet aile_EST Bâtiment. A cet emplacement :
 - Au niveau -2, aucun aménagement n'est prévu.
 - Au niveau -1, l'aménagement prévu est un couloir d'arrivée, avec escaliers. Ce type de local n'est pas considéré comme un LUS au sens de l'ORNI.
 - Au niveau 0, aucun aménagement n'est prévu.
 - Au niveau 1, l'aménagement prévu est le couloir de liaison T1 (couloir reliant le bâtiment existant au nouveau projet). Ce type de local n'est pas considéré comme un LUS au sens de l'ORNI.
 - Au niveau 2, aucun aménagement n'est prévu.

Les exigences ORNI sont respectées.

- **ID n°91, antenne GSM / UMTS**, rayon du périmètre d'installation 31 m. Cette antenne n'a pas d'influence sur le projet.
- **ID n°324, antenne GSM / UMTS**, rayon du périmètre d'installation 84 m. Cette antenne a une influence sur le projet, puisque son périmètre d'installation traverse le projet aile_EST Bâtiment. A cet emplacement :
 - Au niveau -2, il est prévu d'implanter des locaux techniques. Ces locaux ne sont pas considérés comme LUS, au sens de l'ORNI.
 - Au niveau -1, il est prévu d'implanter des parkings et rampes d'accès. Ces locaux ne sont pas considérés comme LUS, au sens de l'ORNI.
 - Au niveau 0, il est prévu d'implanter des couloirs, escaliers et monte-charge. Ces différentes affectations ne sont pas considérées comme LUS au sens de l'ORNI.
 - Au niveau 1, il est prévu d'implanter des salles d'embarquement, ainsi qu'une concession commerciale de 165 m². Cette surface commerciale est considérée comme LUS au sens de l'ORNI, puisque des personnes (employés) vont séjourner régulièrement.
 - Au niveau 2, il est prévu d'implanter des salles d'embarquement, ainsi que deux concessions commerciales de 100 et 50 m². Tout comme au niveau 1, les surfaces commerciales sont considérées comme LUS, au sens de l'ORNI.

Le respect de l'ORNI doit être vérifié.

- **ID n°364, antenne UMTS**, rayon du périmètre d'installation 56 m. Cette antenne n'a pas d'influence sur le projet.

Ligne de chemin de fer

A l'est du projet se trouve la ligne CFF menant à l'aéroport de Genève, avec la gare-terminus CFF de Genève-Aéroport.

De par son emplacement en souterrain, et sa distance au projet (130m), cette ligne n'a pas d'influence sur le projet en termes de rayonnement non ionisant.

5.4.4. Conclusion

- Le périmètre d'installation de l'antenne de téléphonie mobile ID n°90 intersecte le projet dans sa partie toute au Sud-Ouest. Aucun lieu à utilisation sensible (LUS), au sens de l'ORNI n'est prévu d'être aménagé à cet emplacement. Le projet respecte les exigences ORNI pour l'antenne de téléphonie mobile ID n°90.
- Le périmètre d'installation de l'antenne de téléphonie mobile ID n°324 intersecte le projet au niveau de concessions commerciales. Ces locaux sont considérés comme LUS au sens de l'ORNI. Une étude des champs électriques permettra de s'assurer du respect des valeurs limites d'installation, définies dans la fiche technique de l'installation.

Le cas échéant, une coordination devra être mise en place en amont de la PAP avec le détenteur de l'installation afin d'assurer le respect de l'ORNI.

5.5. EAUX

5.5.1. Bases légales

Phase d'exploitation

L'article 7 de la Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) stipule que les eaux non polluées (eaux des toits, des places, etc.) doivent être évacuées par infiltration pour autant que les conditions géologiques le permettent. Si cela n'est pas possible, elles peuvent être déversées dans les eaux superficielles avec l'accord de l'autorité cantonale. Des mesures de rétention des eaux sont exigées et seront réalisées afin de limiter le débit rejeté dans les cours d'eau récepteurs. Les exigences cantonales sont une limitation du débit de restitution à 20 l/s/ha, pour un temps de retour $T = 10$ ans.

La directive VSA « Evacuation des eaux pluviales » et la norme SN 592 000 « Evacuation des eaux des biens-fonds » seront également appliquées.

Phase de réalisation

La recommandation SIA 431 intitulée "Evacuation et traitement des eaux de chantier" de 1997 édicte les principes de bases concernant l'évacuation des eaux de chantier. De manière générale, les types d'eau suivants peuvent être produits et doivent être évacués lors de la phase de chantier :

- Eaux de fond de fouille, soit les eaux souterraines s'infiltrant du terrain à l'intérieur de l'enceinte de l'excavation et les eaux pluviales ruisselant dans cette zone ;
- Eaux usées des installations sanitaires de chantier ;
- Eaux de lavage de la préparation, du mélange ou du transvasement du béton ;
- Eaux de l'installation de décrochage des roues de camions.

Les exigences relatives au déversement des eaux sont définies dans l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, Annexe 3.2).

5.5.2. Etat actuel

Eaux de ruissellement

Un Plan Général d'Evacuation des Eaux (PGEE) est en cours de réalisation, afin de répondre aux exigences cantonales en matière de protection des eaux et d'assurer la pérennité du système d'assainissement de l'aéroport.

Un concept d'évacuation des eaux du BV Avanchet est en cours d'élaboration et sera finalisé en 2013. Ce concept doit permettre de répondre aux objectifs suivants :

- respecter les contraintes quantitatives de rejet des eaux pluviales au Nant d'Avanchet (20l/s/ha, T = 10 ans) ;
- séparer les eaux du collecteur du Nant d'Avanchet qui reçoit actuellement différents apports d'eaux usées ou polluées (eaux usées des satellites, eaux hivernales en provenance des séparateurs des zones CAG1, CAG2 et 3.2) ;
- contrôler la conformité des installations de traitement des eaux usées des bâtiments H2 et H3 dont les eaux aboutissent au collecteur unitaire du Nant d'Avanchet ;
- réduire la quantité des eaux claires parasites à un niveau acceptable pour la station d'épuration d'Aïre.

L'emprise du projet aile_EST Bâtiment est déjà entièrement imperméabilisée : elle est actuellement occupée par le Tarmac, des routes (route douanière et route de service), des places de parking et des bâtiments aéroportuaires.

Les eaux claires sont collectées via des grilles et évacuées en réseau séparatif. L'exutoire du collecteur eaux pluviales est le Nant-d'Avanchet.

Le site du projet ne se trouve pas en secteur de protection des eaux (ni S, ni A_u, ni A_o, ni B), comme le montre la figure ci-dessous :

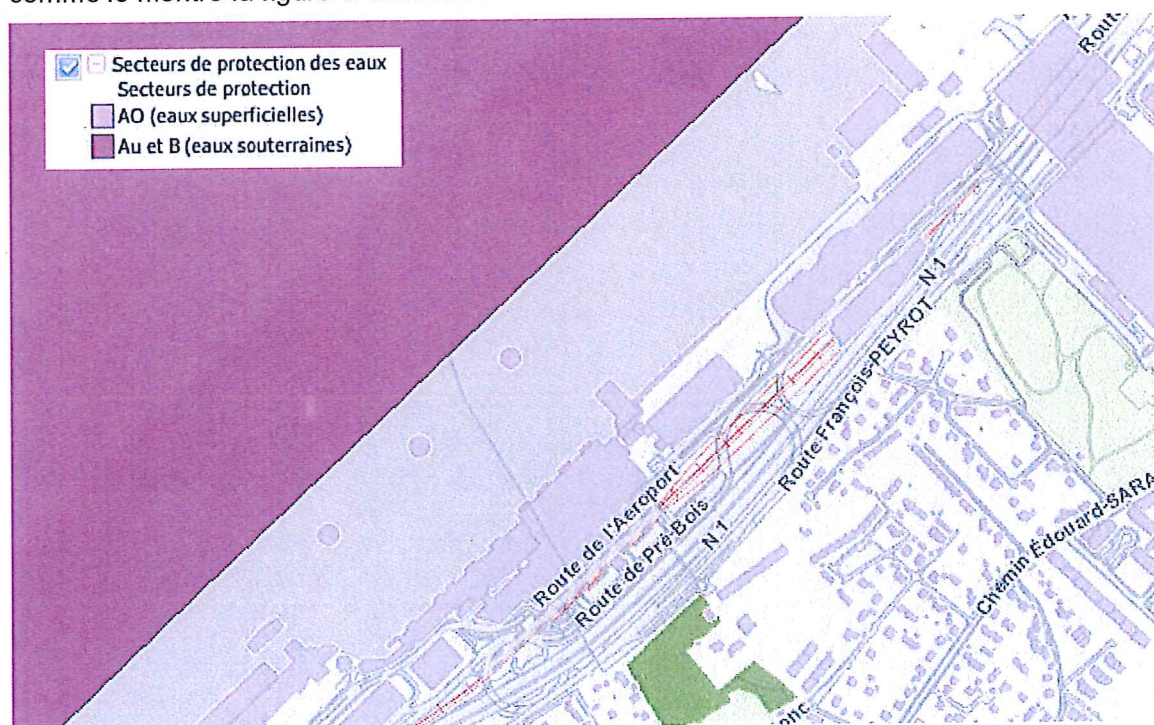


Figure 5.5.1 : Carte des secteurs de protection des eaux (source : SITG)

5.5.3. Etat futur sans projet

Lorsque le concept d'évacuation des eaux BV Avanchet aura été mis en œuvre, les problèmes qualitatifs et quantitatifs auront été réglés et il faudra juste s'assurer que les nouveaux projets respectent les contraintes de rejet, que les eaux soient correctement évacuées soit aux eaux usées soit aux eaux claires selon leur qualité et que toute mesure utile sera mis en œuvre afin d'éviter une pollution des eaux (stockage conforme des liquides pouvant polluer les eaux notamment).

5.5.4. Impacts du projet

Eaux de ruissellement

Source : « aile_EST Bâtiment. Note eaux pluviales. Gestion des Eaux Claires (EC) du bâtiment. Dossier technique DU. Annexe 11 : Gestion eaux non polluées. RBI-ICI. 22.04.13 »

Réutilisation des eaux pluviales

Les quelques 16'400 m² de surfaces de toiture de l'aile_EST Bâtiment sont subdivisés en 7 secteurs (1 par porte d'embarquement), eux-mêmes répartis en modules de toiture. Ces derniers sont munis de naissances d'eaux pluviales. Des collecteurs situés sous la dalle supérieure du niveau 2 rejoignent, via les gaines techniques de chaque noyau, les ouvrages de récupération situés dans le sous-sol -1 (- 2 pour le noyau 13). Sur chaque descente, il est prévu un trop-plein directement raccordé au réseau EC.

Le projet prévoit un ouvrage de récupération des eaux de toiture d'environ 120 m³ pour chaque noyau, soit un total d'environ 840 m³ répartis en 7 ouvrages (locaux techniques C). Les eaux transitent ensuite dans les locaux techniques B, stations de pompage équipées entre autres d'un filtre à sable et à charbon et d'un traitement UV sur le départ. Enfin les eaux sont refoulées vers les réseaux de distribution intérieurs et servent à alimenter en eau les WC et les équipements de CVC pour l'humidification de l'air.

A noter que ces ouvrages ne constituent pas des ouvrages de rétention.

Rétention des eaux pluviales

Conformément à la législation en vigueur, les eaux pluviales doivent être gérées à la parcelle, c'est-à-dire sur le site de l'aéroport, avant évacuation dans le réseau d'eaux claires (EC).

L'ouvrage de rétention doit pouvoir stocker les volumes d'eau excédentaires correspondant à la différence entre les débits arrivant dans l'ouvrage et les débits restitués à l'aval par un organe de régulation. Le dimensionnement a été effectué selon le document « Gestion quantitative des eaux pluviales. Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés. Version 1.1. février 2005. Domaine de l'eau ». Le volume de rétention requis ainsi dimensionné est de 490 m³.

Dans le cadre du projet « aile_EST Route Douanière », la construction de la tranchée couverte de la Route Douanière a imposé le déplacement du séparateur à hydrocarbures Zone 2, ainsi que la réalisation d'un siphon inversé permettant l'écoulement des EC et passant sous la future Route Douanière enterrée. De part sa géométrie, le siphon avec les deux cellules compartimentées de part et d'autre de son extrémité est relativement volumineux et offre un volume de rétention de l'ordre de 530 m³ qui permet de satisfaire aux besoins en rétention de l'aile_EST Bâtiment. Le fonctionnement du siphon est détaillé dans le document « aile_EST Route Douanière. Déplacement du séparateur à hydrocarbures.

Note hydraulique. Dossier technique DU. Annexe 11 : Gestion eaux non polluées. RBI-ICI. 28.03.13 ». En résumé, par temps sec ou faible pluie, seul le « petit siphon » fonctionne (compartiments 2 et 5). En cas de forte pluie, les compartiments 3 et 6 se remplissent, c'est le « grand siphon ». En fin de pluie, les compartiments 3 et 6 sont vidangés par pompage, afin d'être prêt pour l'événement pluvieux suivant.

Avec ces mesures de rétention, le projet a donc un impact positif sur la gestion des eaux pluviales puisque l'on passe d'un état actuel sans rétention à un état futur avec projet avec une rétention de la totalité des surfaces de toiture et ce, sans aucune imperméabilisation supplémentaire.

Eaux usées

Des eaux usées proviendront des sanitaires, cafétérias et restaurants. Des séparateurs de graisse sont prévus pour prétraiter les eaux usées des cafétérias et restaurants. L'ensemble des eaux usées sera évacué et traité à la STEP d'Aïre.

Phase de réalisation

Les eaux chargées en matières en suspension doivent être décantées et les eaux en contact avec du béton, ciment, mortier, etc. doivent être neutralisées avant déversement.

Les liquides pouvant polluer les eaux doivent être stockés sur des surfaces sécurisées, avec rétention et présence de produit absorbant à proximité.

La Directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (Service de l'écologie de l'eau – SECOE, version 3.4, août 2012) impose que le formulaire "Traitement des eaux de chantier" soit soumis pour approbation à la DGEau lors du dépôt de la demande d'autorisation de construire.

La gestion conforme des eaux de chantier sera contrôlée dans le cadre du SER.

5.5.5. Conclusion

Des ouvrages de réutilisation des eaux pluviales permettront la récupération d'environ 840 m³ d'eaux pluviales pour les WC et certains équipements techniques CVC. Une rétention des eaux pluviales d'environ 530 m³ (490 m³ nécessaires) sera assurée grâce au siphon prévu dans le cadre du projet aile_EST Route Douanière.

Les eaux usées grasses seront prétraitées puis évacuées en direction de la STEP d'Aïre. La gestion conforme des eaux de chantier sera contrôlée dans le cadre du SER.

5.6. SOLS

néant

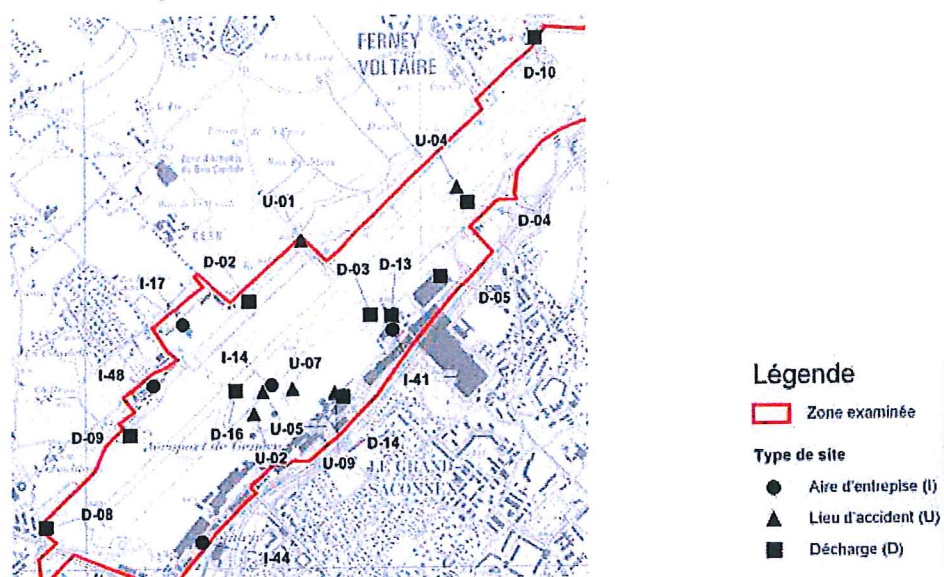
5.7. SITES CONTAMINES

5.7.1. Bases légales

- Ordonnance du 26 août 1998 sur l'assainissement des sites pollués (OSites)
- Ordonnance du 10 décembre 1990 sur le traitement des déchets (OTD)

5.7.2. Etat actuel

Sur l'illustration ci-dessous figurent tous les sites pollués recensés actuellement dans le cadastre de l'OFAC pour la zone aéroportuaire de Genève (état : septembre 2011).



Une zone de décharge est recensée sous la route de service entre les positions 14 et 15, dans l'emprise temporaire du projet (site GE-Gene-1-D-14, cf. fiche technique en annexe). Il s'agit en fait d'une zone de 25'000 m³ de remblais mis en place pour la réalisation du secteur Tri-Bagages, entre le bâtiment Passerelle Finger et le bâtiment IATA. Comprenant des matériaux d'excavation et des déchets de chantier, ce site pollué ne nécessite pas d'investigation, car aucune atteinte nuisible ou incommode n'est probable. **Cependant, le risque de rencontrer des déchets de chantier lors de l'excavation est important et le suivi environnemental devra être attentif à ce risque.**

Une zone de pollution aux hydrocarbures le long de l'oléoréseau proche de la position 14 est recensée à proximité de l'emprise temporaire du projet (site GE-Gene-1-U-09, cf. fiche technique en annexe). Ce site pollué est classé sans atteinte nuisible probable sur l'environnement donc sans nécessité d'investigation complémentaire ni d'assainissement ou de surveillance. **Cependant, le risque de rencontrer de nouvelles terres polluées aux hydrocarbures lors de l'excavation à proximité existe et le suivi environnemental devra être attentif à ce risque.**

5.7.3. Impacts du projet

Les mesures usuelles d'examen des matériaux d'excavation devront être prises par l'entreprise mandatée pour le terrassement afin de garantir leur élimination, conformément à l'Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) et aux directives d'application, notamment la directive relative aux matériaux d'excavation.

Ainsi, l'entreprise chargée des excavations contrôlera en permanence si :

- a) les matériaux d'excavation contiennent des corps étrangers reconnaissables (comme des déchets verts, des déchets urbains ou d'autres déchets de chantier) ;
- b) les matériaux d'excavation ont une couleur inhabituelle ;
- c) les matériaux d'excavation ont une odeur suspecte ;
- d) dans les matériaux d'excavation, il apparaît un quelconque autre signe de pollution.

Si aucun de ces quatre points ne se vérifie sur le chantier et si aucun accident ne se produit lors des travaux avec des liquides pouvant polluer les eaux, les matériaux peuvent être considérés comme non pollués. S'il apparaît un soupçon de contamination des matériaux, l'autorité compétente doit être immédiatement avertie. Le maître d'ouvrage, respectivement ses mandataires, définiront alors, en accord avec l'autorité, les investigations nécessaires à l'évaluation.

La gestion des déchets de chantier et des excavations sera suivie par le bureau spécialisé Ecoservices SA.

5.7.4. Conclusion

Deux sites pollués sans atteinte nuisible probable sur l'environnement sont situés dans l'emprise du projet. Un suivi environnemental des excavations et de la gestion des déchets de chantier permettra une prise en charge conforme des matériaux d'excavation pollués.

5.8. DECHETS, SUBSTANCES DANGEREUSES POUR L'ENVIRONNEMENT

5.8.1. Bases légales

Phase d'exploitation

La loi cantonale sur la gestion des déchets (LGD, entrée en vigueur en août 1999) a pour but de régler la gestion de l'ensemble des déchets résultant d'activités déployées sur le territoire du canton ou éliminés à Genève, à l'exclusion des déchets radioactifs. Elle a notamment pour principes (article 2):

1 La production de déchets doit être limitée dans la mesure du possible.

2 Les déchets dont la production n'a pas pu être évitée doivent être valorisés dans la mesure du possible.

L'objectif du plan de gestion des déchets du canton de Genève 2009-2012 est de recycler 70% des déchets urbains des entreprises.

Phase de réalisation

Le Service de géologie, sols et déchets (GESDEC) a publié en janvier 2009 une fiche d'information GESDEC n°2 relative au « Plan de gestion des déchets de chantier ».

Cette fiche rappelle qu'un plan de gestion des déchets de chantier doit être établi pour toute démolition d'un bâtiment de volume SIA $\geq 1'500 \text{ m}^3$ ou construction d'un nouveau bâtiment de volume SIA $\geq 10'000 \text{ m}^3$, ce qui est le cas du projet aile_EST Bâtiment.

Le formulaire "Déclaration de gestion des déchets de chantier" devra être soumis au GESDEC avant l'ouverture du chantier. Il renseigne notamment sur les analyses, expertises et études à effectuer avant, pendant et/ou à la fin du chantier et à soumettre au GESDEC.

5.8.2. État actuel

Source : Concept de gestion des déchets à l'Aéroport de Genève. Genève Aéroport. Décembre 2012

La politique de gestion des déchets de Genève Aéroport repose sur **5 principes directeurs** :

1. Réduire les déchets à la source
2. Réparer plutôt que jeter
3. Réutiliser avant de jeter/recycler
4. Trier et recycler
5. Analyser et maîtriser

En 2012, l'**équipement sur le site aéroportuaire** est le suivant :

- 5 déchetteries principales permettant le tri de 26 matières
- 9 compacteurs
- 19 bennes de 7 à 24 m³
- plus de 115 centres de tri (groupe de 4 poubelles : aluminium, papier, PET, ordures)
- 28 conteneurs 800 l pour ordures (déchets incinérables)
- 105 conteneurs 800 l et 240 l pour déchets recyclables (PET, papier)

Plus de 5'000 tonnes/an de déchets sont évacués du site (non compris déchets de chantier).

Les locataires, concessionnaires aéronautiques et commerciaux sont impliqués de la manière suivante : détermination des types de déchets générés, affiliation à une déchetterie suivant l'emplacement des locaux loués, signature du bail avec annexe et conditions générales relatives aux déchets, distribution du dépliant déchets et du catalogue de commande du matériel de tri léger.

La facturation des frais liés aux déchets encourage le tri à la source :

- **Déchets triés** : prise en charge gratuite (financement Genève Aéroport)
- **Déchets incinérables** : prise en charge payante (taxe au sac, refacturation à partir des compteurs fixés sur les compacteurs, refacturation à partir du nombre de conteneurs vidangés)
- **Déchets spéciaux** : évacuation directe par les partenaires à leurs frais ou prise en charge en déchetterie et facturation directe au dépositaire
- **Déchets encombrants** : évacuation par les partenaires, à leurs frais

Depuis mi-2011, un partenariat entre Genève Aéroport et l'association Partage permet la récupération des denrées alimentaires et leur redistribution gratuite aux associations et services sociaux membres de l'association.

Le système de la taxe au sac a été introduit en janvier 2011 pour le Terminal T1 et en janvier 2013 pour le Terminal T2, le Fret et le Batops. Suite à l'introduction de la taxe au sac dans le Terminal T1, le volume des déchets incinérables a diminué, malgré l'augmentation du nombre de passagers.

5.8.3. Impacts du projet

Phase d'exploitation

La gestion des déchets à l'état futur sera sensiblement la même qu'à l'état actuel. Etant donné la réalisation de nouveaux cafés et autres concessions commerciales dans l'aile_EST Bâtiment, la quantité de déchets totale devrait augmenter.

Phase de réalisation

L'entreprise spécialisée Ecoservices SA sera mandatée pour la gestion et le suivi des déchets de chantier pendant toute la durée du chantier. Elle a élaboré un Plan de gestion des déchets selon SIA 430 (février 2013).

Déchets de construction

Le volume de déchets de construction du projet aile_EST Bâtiment est estimé dans le Plan de gestion des déchets de chantier à **environ 8'000 m³ foisonnés**.

Déchets d'excavation

Un terrassement d'un volume total d'**environ 100'000 m³ foisonnés** est nécessaire pour la réalisation du projet aile_EST Bâtiment, selon le Plan de gestion des déchets de chantier.

Etant donné la présence de 2 sites pollués dans l'emprise temporaire du projet (cf. § 5.7), le terrassement devra faire l'objet d'un **concept de gestion des matériaux d'excavation** et d'un **suivi environnemental** lors de la phase de réalisation.

La fiche d'information GESDEC n°4 "Matériaux d'excavation" renseigne sur les investigations nécessaires en cas de site pollué, le concept de gestion des matériaux d'excavation, les possibilités de valorisation, les filières d'élimination et de traitement et le suivi environnemental du terrassement.

La Directive sur la gestion des matériaux terreux et des matériaux d'excavation de Genève Aéroport devra également être appliquée. S'il s'avère que les investigations préliminaires révèlent la présence de matériaux d'excavation pollués, la filière d'élimination devra être déterminée le plus tôt possible afin de pouvoir évacuer les matériaux pollués de l'aéroport le plus rapidement possible.

Les remblais non pollués pourront soit être réutilisés par l'entreprise de terrassement, soit être recyclés en graves, éventuellement servir au remblayage des gravières. Les capacités de stockage étant très limitées, la mise en décharge est la dernière solution à envisager.

Déchets de démolition

La réalisation de l'aile_EST Bâtiment nécessite la démolition de bâtiments et locaux : Gros Porteurs, Passerelle Finger 14-15-16, INAD, dépôt de stockage des containers à bagages et de galeries techniques. Le volume SIA total à démolir est de 40'600 m³. Selon le Plan de gestion des déchets de chantier, le volume de déchets de démolition est estimé à **environ 8'000 m³ foisonnés** (non compris les déchets spéciaux qui seront évalués lors des soumissions).

Les bâtiments devront être déconstruits par type de matériau, afin d'en faciliter le tri et par conséquent la valorisation ou l'élimination vers des décharges appropriées.

Les réserves de gravier exploitables à Genève étant proches de l'épuisement, il convient de privilégier la valorisation des déchets minéraux de chantier. La fiche d'information GESDEC n°5 "Valorisation des déchets minéraux de chantier" renseigne à ce sujet.

Le dégrappage des revêtements bitumineux des chaussées (route de service) devra faire l'objet d'un contrôle de la teneur en HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), conformément à la fiche d'information GESDEC n°1 "Matériaux bitumineux de démolition des routes".

Des diagnostics amiante et PCB ont été réalisés par Ecoservices SA. Une synthèse des résultats est donnée ici :

	Amiante	Diagnostic	PCB	Diagnostic
Bâtiment Gros porteur	6 sites	Ecoservices, réf. 11-281	1 site	Ecoservices, réf. 11-281
Galeries techniques	38 sites	Ecoservices, réf. 11-423	0 site	Ecoservices, réf. 11-423
Zone France	1 site potentiel	Ecoservices, réf. 07-205		
Parking direction (déchetterie)	1 site	Ecoservices, réf. 12-197-G		
Locaux sanitaires + jonction SAT 40	5 sites	Ecoservices, réf. 12-252-G	1 site	Ecoservices, réf. 12-252-G

Les matériaux contenant de l'amiante devront être assainis par une entreprise de désamiantage accréditée avant la démolition / rénovation des installations.

5.8.4. Conclusion

La gestion des déchets à l'état futur sera sensiblement la même qu'à l'état actuel. Etant donné la réalisation de nouveaux cafés et autres concessions commerciales dans l'aile_EST Bâtiment, la quantité de déchets totale devrait augmenter. La gestion des déchets de chantier sera confiée à une entreprise spécialisée.

Les documents suivants devront être transmis au GESDEC :

Avant l'ouverture du chantier : un exemplaire du **rapport d'investigation** contenant les résultats des analyses effectuées pour quantifier le volume des matériaux pollués et le degré de pollution afin de définir les filières d'élimination et la **méthodologie du suivi environnemental du terrassement**.

A la fin des travaux : un **rapport final de suivi d'excavation**.

5.9. ORGANISMES DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT

5.9.1. Bases légales

- Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore (RPPMF) du 25 juillet 2007.

5.9.2. Impacts du projet

La construction de l'aile_EST Bâtiment prendra place à la suite de la réalisation des projets « Route douanière » et « Plateforme Tribagages » qui ont fait l'objet de procédures séparées.

La construction de l'aile_EST Bâtiment n'implique dès lors aucun impact supplémentaire sur les organismes dangereux pour l'environnement.

5.10. PREVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS / PROTECTION CONTRE LES CATASTROPHES

Le site de l'aéroport de Genève est soumis à l'Ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM). Le projet aile_EST Bâtiment lui-même n'est pas soumis à l'OPAM, car il ne contient pas de substances, préparations ou déchets spéciaux dépassant les seuils quantitatifs prescrits dans l'ordonnance.

5.11. FORETS

néant

5.12. FLORE, FAUNE, BIOTOPES

5.12.1. Bases légales

- Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore (RPPMF) du 25 juillet 2007.

5.12.2. Impacts du projet

La construction de l'aile_EST Bâtiment prendra place à la suite de la réalisation des projets « Route douanière » et « Plateforme Tribagages » qui ont fait l'objet de procédures séparées.

La construction de l'aile_EST Bâtiment n'implique dès lors aucun impact supplémentaire sur les milieux naturels.

5.13. PAYSAGE ET SITES

Le projet aile_EST Bâtiment prend place sur un site entièrement urbanisé. En termes de volumétrie, le bâtiment sera relativement peu visible depuis l'autoroute et depuis le quartier d'habitation du Chemin des Préjins, n'étant pas plus élevé que les bâtiments Arena – Halle 7 et IATA.

Depuis 2009, Genève Aéroport s'est doté d'un Manuel de Gestion Paysagère (MAGP) qui détermine les lignes d'action en matière de gestion des espaces verts et des recommandations dans l'élaboration des projets.

Le projet aile_EST Bâtiment concerne les unités de gestion paysagère UG 4 Infrastructure et UG 5 Bâtiments.

Le projet ne prévoit pas de terrassement, d'ensemencement (fiches d'aménagement AME-4.1 / AME-5.1), pas de plate-bande, de verdure d'ornement (AME-4.2 / AME-5.2), pas de plantation de buissons, de haies et d'arbres isolés (AME-4.3 / AME-5.3), pas de mur et façade végétalisés (AME-4.4 / AME-5.4), pas de grille-gazon, pavé-gazon, gravier-gazon (AME-4.5 / AME-5.5), pas de toiture végétalisée (AME-4.6 / AME-5.6), pas de compensation écologique (AME-8.1).

Néanmoins, l'impact du projet sur le paysage pouvant être qualifié de faible et l'impact sur les milieux naturels étant nul (cf § 5.12), il n'y a pas d'obligation légale de compensation écologique ou paysagère.

5.14. MONUMENTS HISTORIQUES, SITES ARCHEOLOGIQUES

néant

6. RECAPITULATION DES MESURES

6.1. TABLEAU DES MESURES

N° mesure	Désignation	Horizon
RAYONNEMENT-1	Etude des champs électriques pour s'assurer du respect des valeurs limites d'installation, définies dans la fiche technique de l'installation ID n°324.	2013-2014
SITES CONTAMINES-1	Concept de gestion des matériaux d'excavation et suivi du terrassement par une entreprise spécialisée	2014-2018
CHANTIER-1	Suivi environnemental de réalisation : Protection de l'air sur le chantier	2014-2018
CHANTIER-2	Suivi environnemental de réalisation : Protection contre le bruit du chantier	2014-2018
CHANTIER-3	Suivi environnemental de réalisation : Gestion des eaux de chantier	2014-2018
CHANTIER-4	Suivi environnemental de réalisation : Gestion des déchets de chantier	2014-2018

6.2. SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE LA PHASE DE REALISATION

6.2.1. Bases légales

- Norme VSS SN 640 610b "*Suivi environnemental de la phase de réalisation (SER)*" ; VSS ; Zürich ; 2010

6.2.2. Cahier des charges provisoire du SER

Air

- Intégration des contraintes "air" dans les appels d'offres d'entreprises
- Contrôle du respect des engagements contractuels de protection de l'air et des mesures selon la Directive Air Chantiers (filtres à particules, normes EURO, limitation des poussières, etc.)
- Contrôle des listes de machines de chantier avec caractéristiques techniques et polluatives

Bruit

- Intégration des contraintes "bruit" dans les appels d'offres d'entreprises
- Contrôle du respect des engagements contractuels de protection contre le bruit et des mesures selon la Directive Bruit Chantiers (horaires de travail, informations du voisinage, protections provisoires, emplacement des machines stationnaires, etc.)

Eaux

- Intégration des contraintes "eaux" dans les appels d'offres d'entreprises
- Plan de gestion des eaux de chantier selon SIA 431

- Contrôle du bon fonctionnement des installations de prétraitement (décantation, neutralisation) et de la qualité des rejets (pH, turbidité)
- Contrôle du stockage conforme des substances pouvant polluer les eaux (bacs de rétention, produit absorbant)

Déchets

- Intégration des contraintes "déchets" dans les appels d'offres d'entreprises
- Plan de gestion des déchets de chantier selon SIA 430 (déjà élaboré pour la phase 33, à mettre à jour en phase 51)
- Concept de gestion des matériaux d'excavation avec rapport d'investigation contenant les résultats des analyses effectuées pour quantifier les volumes des matériaux pollués et le degré de pollution afin de définir les filières d'éliminations et la méthodologie du suivi environnemental du terrassement
- Suivi des travaux de désamiantage par une entreprise spécialisée
- Suivi des travaux d'excavation par une entreprise spécialisée (problématique sites pollués)
- Visites hebdomadaires, participation aux séances de chantier
- Contrôle du tri sélectif des déchets de chantier et de la propreté du site
- Séances de sensibilisation avec les ouvriers de toutes les entreprises présentes sur le chantier
- Synthèse des bons de transport et de traitement et contrôle de la filière suivie
- Rapport final de suivi d'excavation

7. CONCLUSIONS

Le projet est conforme avec le Plan des mesures OPair. Aucune émission polluante supplémentaire liée au trafic aérien n'est prévue, ni aucune émission polluante significative liée au trafic routier. Les seules émissions polluantes liées au bâtiment seront celles du chauffage de secours, puisque le chauffage du bâtiment en temps normal se fera sans émissions polluantes. La protection de l'air sur le chantier sera contrôlée dans le cadre du SER.

En phase d'exploitation, le projet aile_EST Bâtiment apportera une diminution du bruit perçu par le voisinage, de jour comme de nuit. Les installations techniques respecteront les valeurs de planification en façade des bâtiments sensibles au bruit. La protection contre le bruit du chantier sera contrôlée dans le cadre du SER.

Le périmètre d'installation de l'antenne de téléphonie mobile ID n°324 intersecte le projet au niveau de concessions commerciales. Ces locaux sont considérés comme LUS au sens de l'ORNI. Une étude des champs électriques permettra de s'assurer du respect des valeurs limites d'installation, définies dans la fiche technique de l'installation. Le cas échéant, une coordination devra être mise en place en amont de la PAP avec le détenteur de l'installation afin d'assurer le respect de l'ORNI.

Des ouvrages de réutilisation des eaux pluviales permettront la récupération d'environ 840 m³ d'eaux pluviales pour les WC et certains équipements techniques CVC. Une rétention des eaux pluviales d'environ 530 m³ (490 m³ nécessaires) sera assurée grâce au siphon prévu dans le cadre du projet aile_EST Route Douanière. Les eaux usées grasses seront prétraitées puis évacuées en direction de la STEP d'Aire. La gestion conforme des eaux de chantier sera contrôlée dans le cadre du SER.

Deux sites pollués sans atteinte nuisible probable sur l'environnement sont situés dans l'emprise temporaire du projet. Un suivi environnemental des excavations et de la gestion des déchets de chantier permettra une prise en charge conforme des matériaux d'excavation pollués.

La gestion des déchets à l'état futur sera sensiblement la même qu'à l'état actuel. Étant donné la réalisation de nouveaux cafés et autres concessions commerciales dans l'aile_EST Bâtiment, la quantité de déchets totale devrait augmenter. La gestion des déchets de chantier sera confiée à une entreprise spécialisée.

Le site de l'aéroport de Genève est soumis à l'Ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM). Le projet aile_EST Bâtiment lui-même n'est pas soumis à l'OPAM, car il ne contient pas de substances, préparations ou déchets spéciaux dépassant les seuils quantitatifs prescrits dans l'ordonnance.

La construction de l'aile_EST Bâtiment prendra place à la suite de la réalisation des projets « Route douanière » et « Plateforme Tribagages » qui ont fait l'objet de procédures séparées. La construction de l'aile_EST Bâtiment n'implique dès lors aucun impact supplémentaire sur les organismes dangereux pour l'environnement, ni sur les milieux naturels.


L'impact sur le paysage peut être qualifié de faible. Aucun aménagement paysager au sens du Manuel de Gestion Paysagère de Genève Aéroport n'est prévu.

8. ANNEXES

- AN 5.7.1 : Fiche technique site pollué GE-Gene-1-D-14
- AN 5.7.2 : Fiche technique site pollué GE-Gene-1-U-09




Cadastre des sites pollués
Informations selon l'OSites art. 5 al. 3 - 20.10.2004
Données géographiques

Objet n°: **GE-Gene-1-D-14** n° REE: 0
 Coordonnées: 497530 / 121011 Alt.: 420 CN 1:25'000: 1301 Genève
 Nom: **Genève; Remblai Tri-Bagages**
 Commune: Le Grand-Saconnex GE  n° de commune OFS: 6623
 Adresse, lieu-dit: n° de parcelle:
 NPA, lieu: 1215 Genève Plan d'utilisation: Périmètre aéroport

Activité
Activité selon NOGA:

- Autres services collectifs et personnels
 90 Assainissement, voirie et gestion
 90 Assainissement, voirie et gestion
 90.99 Décharge

Durée de l'activité: Inconnu à inconnu

1. Potentiel de substances dangereuses

	Classe de décharge:	Contenu:	Exploitation	Volume [m³]:
Décharge:	2	Matériaux d'excavation et déchets de chantier	de: inconnu à inconnu	25'000 m³

2. Potentiel de mobilisation

Zone ou secteur de protection des eaux: Sans eaux souterraines utilisables Pas de voies de mobilisation par les eaux souterraines.
 Perméabilité du sous-sol: roches à faible perméabilité
 Eaux de surface à proximité: pas d'eau de surface à proximité
 Fertilité du sol, resp. croissance des plantes importantes ? oui non inconnu

 Feux fréquents sur la décharge:

3. Biens à protéger

Utilisation des eaux souterraines situées en aval du site: pas de présence d'eaux souterraines utilisables
 Utilisation des eaux de surface situées en aval du site: pas d'eaux de surface présente
 Utilisation actuelle du sol: sol en majorité imperméabilisé, places de stationnement
 Plan d'utilisation: Périmètre aéroport


Cadastre des sites pollués, Mesures:

inscription au cadastre

Étape du traitement des sites: pas d'investigation du site pas de nécessité d'investigation site pollué, aucune atteinte nuisible ou incommode probable

Création: 24.06.2002 11:45:55 / moi
 Modification: 25.05.2004 10:17:21 / koe
 Imprimé: 20.10.2004 08:57:31 / mvf

Cadastre des sites pollués
Informations selon l'OSites art. 5 al. 3 - 6.9.2011**Données géographiques**

Objet n°: **GE-Gene-1-U-09** n° REE: 0
 Coordonnées: 497480 / 121035 Alt.: CN 1:25'000: 1300 Chancy
 Nom: **Pollution aux hydrocarbures**
 Commune: Le Grand-Saconnex  n° de commune OFS: 6623
 Adresse, lieu-dit: Aéroport n° de parcelle:
 NPA, lieu: 1215 Genève Plan d'utilisation: Périmètre aérodrome

Activité**Activité selon NOGA:**

G Commerce; réparation de véhicules automobiles et d'articles domestiques

51 Commerce de gros et intermédiaires du commerce

51.5 Commerce de gros de produits intermédiaires non agricoles

51.51B RESERVOIRS ENTERRES

Durée de l'activité: 1968, en service

1. Potentiel de substances dangereuses**2. Potentiel de mobilisation**

Zone ou secteur de protection des eaux: Secteur Au ou Ao de protection des eaux
 Perméabilité du sous-sol: terrains meubles à faible perméabilité
 Distance jusqu'à la nappe [m]: 40 m
 Eaux de surface à proximité: pas d'eau de surface à proximité
 Fertilité du sol, resp. croissance des plantes importantes ?
 oui non inconnu

 Feux sur l'aire de l'entreprise:

3. Biens à protéger

Utilisation des eaux souterraines situées en aval du site: eaux non utilisées, réserve d'eau potable
 Distance jusqu'au point d'utilisation des eaux souterraines [m]: 0 m
 Utilisation des eaux de surface situées en aval du site: pas d'eaux de surface présente
 Utilisation actuelle du sol: sol en majorité imperméabilisé, places de stationnement
 Plan d'utilisation: Périmètre aérodrome

Cadastre des sites pollués, Mesures:

inscription au cadastre

Étape du traitement des sites: Investigation préliminaire tech **aucune nécessité de mesures**
 site pollué, ne nécessite ni surveillance ni assainissement

Création: 07.12.2010 11:31:00 / gom
 Modification: 02.09.2011 10:16:41 / gom
 Imprimé: 06.09.2011 12:38:34 / gom

Direction Infrastructure & Planification

DEPARTEMENT DE L'URBANISME
Direction des autorisations de construire
Rue David-Dufour 5
Case postale 22
1211 GENEVE 8

NGA / nch

Genève, le 31 juillet 2013

**Demande d'approbation des plans « aile_EST » du 24 avril 2013
Rapport d'impact sur l'environnement ECOSCA SA du 22 avril 2013**

Madame, Monsieur,

Par la présente et dans le cadre du dossier cité en titre, nous vous prions de trouver ci-après les compléments demandés par le Service d'Etude d'Impact sur l'Environnement (SEIE) en date du 8 juillet 2013.

1. Utilisation rationnelle de l'énergie

A la demande du SEIE, voici les précisions que nous pouvons apporter concernant le concept énergétique mis en œuvre et ceci par rapport aux quatre points soulevés :

« ...Évaluation du rôle de GA dans l'atteinte des objectifs de politique énergétique du Canton de Genève... »

Genève Aéroport (GA) est l'un des gros consommateurs du Canton de Genève. La contribution de GA est importante à plusieurs titres, en premier lieu par les quantités d'énergie consommées et économisées, de même que par celles pouvant être produites sur le site.

Totalement en adéquation avec la politique énergétique définie par nos autorités, tant cantonales que fédérales, GA a par exemple défini un cahier des charges énergétique plus exigeant que la loi cantonale en vigueur. La mise en œuvre d'un bâtiment à énergie positive contribuera positivement au bilan cantonal.

« ...Prise en compte du rôle d'attracteur de GA dans son périmètre élargi et des complémentarités possibles avec les infrastructures énergétiques projetées... »

GA tient compte dans son approche énergétique du contexte dans lequel il se trouve. Les complémentarités avec les infrastructures énergétiques projetées sont également analysées, plus spécifiquement *GeniLac*.

Dans le cas particulier de l'aile_EST, le projet *GeniLac* n'a pas été considéré comme source énergétique potentielle, et ceci uniquement en raison du fait que les deux calendriers n'étaient pas concomitants.

Toutefois, à terme, une fois le réseau hydro-thermique *GeniLac* réalisé, celui-ci pourra remplacer l'aéro-refroidisseur installé pour les raisons particulières mentionnées lors de la séance du 18 janvier 2013.

« ...La définition des mesures conservatoires associées... »

Dans le cadre du projet de l'aile_EST, une nouvelle galerie technique permettant de transporter les fluides de l'est au centre du site sera réalisée. Un passage sera ainsi créé dans lequel seront intégrées les conduites du futur système *GeniLac* à destination du centre de Genève Aéroport.

« ...La prise en compte de toutes les techniques, technologies et projets actuellement disponibles (refroidissement adiabatique directe/indirecte, bio-climatisation, refroidissement direct (*GeniLac*) pour assurer le concept de froid sans avoir recours à la compression et, le cas échéant, la justification du choix... »

La compression ne sera utile qu'en cas de situation extrême et de secours, tel que mentionné lors de la séance du 18 janvier 2013. De plus, dès que le réseau hydro-thermique sera opérationnel sur le site aéroportuaire, cette fonction sera remplie par *GeniLac*.

2. Protection des eaux

Conformément à notre entretien téléphonique avec la DGEau (M. Bachmann), nous vous confirmons ce qui suit :

- La contrainte de rejet dans le Nant d'Avanchet de 20l/s*ha pour un temps de retour est respectée pour l'aile_EST.
- Le système de siphon est conçu pour fonctionner comme un ouvrage de rétention des eaux pluviales et est muni d'un organe de régulation des débits et de pompes de vidange des compartiments d'entrée et de sortie.
- Comme mentionné dans le Plan de Gestion des Déchets de PGDC, le mandataire spécialisé procédera un suivi présentiel des travaux d'excavation et assurera un suivi des bords de transport et de traitement, sur la base des documents remis par l'entreprise en charge des travaux.

A toutes fins utiles, sont annexés au courriel par lequel nous vous transmettons, en sus des documents déjà déposés dont les calculs hydrauliques, ce courrier scanné ainsi que les plans de l'ouvrage aujourd'hui réalisé.

Une séance explicative avec la DGEau concernant le fonctionnement du siphon est prévue le mercredi 7 août 2013 à 14h00.

3. Déchets, substances dangereuses pour l'environnement

Afin de clarifier les contradictions relevées par le SEIE entre le Plan de Gestion des Déchets de Chantier (PGDC) et le Rapport d'Impact sur l'Environnement (RIE), il a été demandé au bureau ECOSERVICES SA de mettre à jour le PGDC.

La version mise à jour du PGDC selon SIA 430 et datée de juillet 2013 est annexée au présent courrier. Comme souhaité, les compléments apportés au PGDC figurent en mode correcteur avec un trait à la marge.

Pour être exhaustif, nous vous confirmons ce qui suit :

- Après relecture, le PGDC est aujourd'hui en cohérence avec le RIE et il ne s'est pas avéré nécessaire d'apporter des modifications au RIE.
- Comme mentionné dans le PGDC, le mandataire spécialisé procèdera à un suivi présentiel des travaux d'excavation et assurera un suivi des bons de transport et de traitement, sur la base des documents remis par l'entreprise en charge des travaux.

4. Prévention des accidents majeurs/protection contre les catastrophes

On trouve, ci-après, la note rédigée par Genève Aéroport (DEE, DTU) en date du 24 juillet 2013.

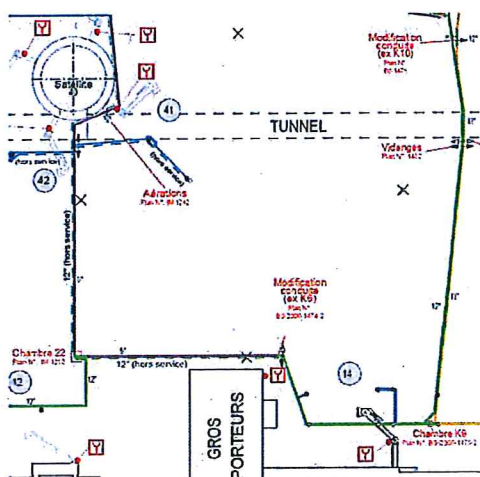
Introduction

Le Service d'étude de l'impact sur l'environnement (SEIE) du Canton de Genève a fait une demande de compléments d'information concernant le RIE daté du 22 avril 2013. Parmi les sujets concernés, le SEIE demande notamment de compléter le chapitre relatif à la prévention des accidents majeurs par une évaluation des risques éventuels induits par le système de distribution de kérosène (réseau hydrant) SARACO sur les utilisateurs (passagers) de l'Aile Est, notamment la déviation au niveau du tunnel de liaison avec le satellite 40.

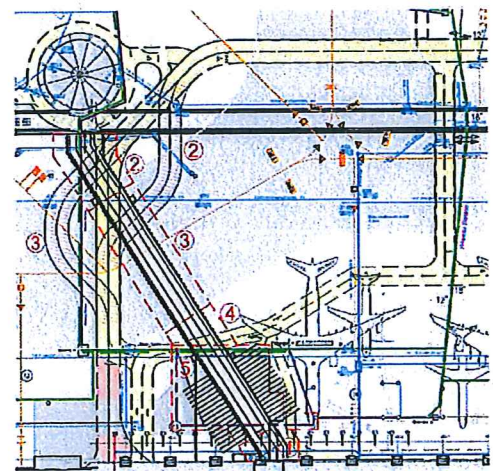
Description du projet (tunnel de liaison)

Le bâtiment gros porteur actuel va être détruit afin de construire de nouvelles salles d'embarquement. Un tunnel de liaison sera construit afin de relier les nouvelles salles d'embarquement au satellite 40. Il y a actuellement deux conduites de kérosène qui relient la chambre 22 au satellite 40 et deux conduites qui relient la chambre 22 à la chambre K6 (plan situation actuelle). Les conduites de 12" entre ces points sont hors service et les conduites de 9" restantes seront mises hors service et assainies dans le cadre du projet de tunnel. La conduite de 9" entre la chambre 22 et le satellite 40 sera définitivement supprimée alors qu'une nouvelle conduite de 40cm de diamètre sera construite afin de relier la chambre 22 à la chambre K9 (plan situation future, conduite en trait-tillés violets). Cette nouvelle conduite passera au-dessus du tunnel de liaison et constituera le seul point de croisement entre le tunnel et le réseau hydrant.

Plan situation actuelle

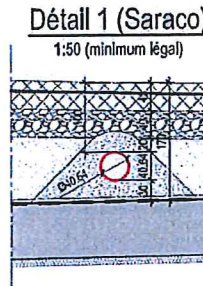
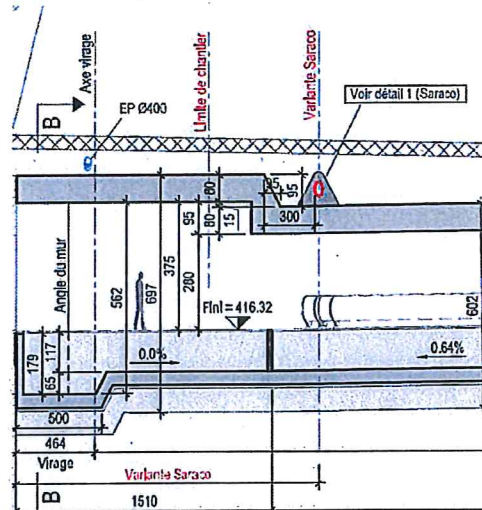


Plan situation future

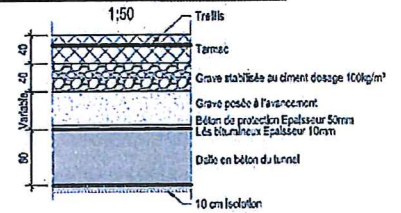


Au-dessus du tunnel, la nouvelle conduite sera maintenue dans une construction en béton triangulaire d'au moins 30 cm d'épaisseur qui reposera sur la dalle en béton du tunnel de 80cm d'épaisseur (plan profil en long).

Plan profil en long



Détail finition type pour dallage



Caractéristiques du réseau hydrant

Le réseau d'avitaillement en carburant (kérosène, qualité JET A-1) est alimenté depuis un centre de stockage, situé dans l'enceinte aéroportuaire et constitué de 6 citernes pour un volume utile d'environ 4'000 m³. Le réseau hydrant est dimensionné et construit pour résister à une pression de 50 bar. Il est exploité à une pression moyenne de 10 bar avec des pointes à 13 bar.

La nouvelle conduite possède un diamètre externe de 40 cm (16") et l'épaisseur de sa paroi est de 7.1 mm. Afin de minimiser les effets de la corrosion, la conduite est en acier de qualité L245 MB, isolée par un revêtement extérieur (2.2 mm PE), les soudures sont contrôlées de manière radiographique. L'ensemble des conduites est sous protection cathodique. La construction de la conduite correspond aux exigences de l'inspection fédérale des pipelines (IFP) et la conduite est contrôlée par l'IFP avant sa mise en service.

Mesures de sécurité.

Surveillance du réseau

Un test d'étanchéité des conduites SARACO est effectué 2 fois par mois au moyen du système de détection HANSA, qui mesure les pertes de pression éventuelles sur l'ensemble du réseau hydrant, et, au besoin, par sous-secteur en utilisant des vannes à fermeture manuelle. La détermination de l'emplacement d'une fuite est réalisée par le système LEOS (Leckerkennung und Ortungssystem) qui permet de déterminer la distance au point de fuite à l'aide d'une mesure par pression de colonne d'air dans un tube perméable entourant la conduite.

Consignes de sécurité lors de chantiers

Si des travaux particuliers doivent être effectués à moins de 20 mètres de l'axe d'une conduite, l'accord de SARACO doit être obtenu au préalable en vue de faire observer les dispositions de sécurité prescrites par la réglementation en vigueur. Les demandes

d'autorisation de construction projetée par des tiers doivent être adressées à SARACO SA qui les transmettra à l'inspection fédérale des pipelines (cf. Consignes de sécurité SARACO SA, PE-32-015, Prescriptions de sécurité pour les travaux à proximité d'oléoducs à haute pression, en particulier lors de l'exécution de travaux de terrassement FI_2013_03)

En outre, tous les travaux prévus sur le site aéroportuaire doivent respecter les procédures indiquées au chapitre 4.8 « Processus de travaux d'aérodrome – Sécurité » du manuel d'aérodrome LSGG – Geneva. Il est notamment prévu qu'un safety assessment doit être réalisé avant l'ouverture d'un chantier, afin d'identifier les risques potentiels et de prendre les mesures de prévention adéquates.

Consignes de sécurité lors de l'avitaillement

Les mesures de sécurité qui doivent être appliquées durant les opérations d'avitaillement sont décrites dans la Directive ASD-04-2009 de Genève Aéroport.

À part les mesures de sécurité spécifiques prises par les agents d'avitaillement en carburant, des mesures de sécurité standards doivent être appliquées par toutes les personnes opérant à proximité durant ce type d'opération, à savoir :

1. Respect de la zone de sécurité de 15 m pour toutes les sources de flamme possibles.
2. Respect de la distance de sécurité de 3 m pour l'utilisation des téléphones portables ou autres appareils électroniques.
3. Respect de la voie de fuite dégagée pour le véhicule oléoserveur quand les conditions le permettent.

Risque représenté par le réseau hydrant sur le tunnel de liaison

Fuite ou rupture de conduite

Le point faible du réseau se situe au niveau de la connexion des camions aux puits d'avitaillement. Si le tuyau cède ou est arraché, une fuite en surface peut avoir lieu et le kérosène s'écoule vers le système d'évacuation des eaux de surface. L'épanchement de kérosène sur le tarmac entraîne automatiquement une intervention des pompiers et un tapis de mousse est épandu pour empêcher l'inflammation du kérosène. Lorsque le tuyau cède ou est arraché, il y a un système de fermeture automatique de la vanne du puit ("3rd edition Hydrant Pit Valves & Couplers, Joint Inspection Group). Lors de l'avitaillement, l'agent responsable peut également fermer manuellement le puit grâce à une traction sur une ficelle de sécurité rouge (lanyard) qu'il tient en main et qui est reliée à la commande mécanique de fermeture de la valve. Finalement, un bouton STOP FUEL est présent à proximité de chaque position d'avion et permet de fermer l'ensemble des pompes et vannes du réseau hydrant et d'alerter. La vanne ayant un débit maximal de 4'500 l/min et le temps écoulé avant sa fermeture automatique ou manuelle étant de 5 secondes, la fuite maximale est de 375 litres. Au vu de ce qui précède les passagers de l'aile Est et du tunnel de liaison souterrain ne sont pas exposés à un risque particulier découlant de ce scénario.

La rupture d'une conduite souterraine peut être provoquée par un défaut de construction (malfaçon), par l'usure (corrosion) ou à la suite d'une intervention malencontreuse de tiers sur la conduite. Au-dessus du tunnel de liaison souterrain la conduite est entourée d'une couche de béton d'environ 30cm. Si le béton est également rompu, le kérosène peut s'épandre de manière gravitaire dans la grave environnante et ruisseler lentement sur la dalle du tunnel. La dalle du tunnel ayant une épaisseur de 80 cm et étant

légèrement inclinée côté terminal, l'écoulement se fera principalement sur les côtés du tunnel. Les matériaux entourant la conduite jouent en générale le rôle de drainage et le kérosène a tendance à s'écouler le long de la conduite enterrée et donc à s'écarter du tunnel souterrain, tout en restant en majeure partie dans la zone de la conduite.

Si un trou de 1 mm de diamètre est créé par la corrosion sur la conduite, le temps avant que ce trou soit identifié est de maximum 15 jours (cf. surveillance du réseau avec le système HANSA). Selon ces données, la quantité maximale de kérosène libérée sera d'environ 33 m³.

En cas d'intervention malencontreuse de tiers sur la conduite (pelle mécanique), et la création d'une brèche sur la conduite, on estime à 5 minutes le temps nécessaire avant que le bouton STOP FUEL soit actionné et le secteur isolé du reste du réseau grâce à la fermeture de vannes. Dans ce cas la quantité maximale de kérosène libérée est estimée à 18 m³.

Risque d'inflammation

La température d'auto-inflammation du kérosène étant de 220°C, il est impossible que le kérosène dans le sol s'enflamme spontanément.

Pour que le kérosène émette suffisamment de vapeurs pour former, avec l'air ambiant, un mélange gazeux qui s'enflamme sous l'effet d'une source d'ignition externe et que la combustion puisse continuer, il faut que la température du kérosène soit supérieure à 37°C.

Étant donné l'absence de source de chaleur à l'extérieur du tunnel (installations électriques, etc.) pouvant augmenter la température du kérosène et l'enflammer, le risque d'inflammation est faible.

Conclusion

Une fuite sur le réseau hydrant à proximité du tunnel de liaison prévue dans le cadre du projet de l'aile Est pourrait libérer plusieurs mètres cubes de kérosène dans le sol selon le scénario. La conduite qui passera au-dessus du tunnel de liaison sera neuve et par conséquent le risque de fuite due à la corrosion et à l'usure est très faible. Le risque lié à une éventuelle malfaçon est également limité grâce à la vérification par l'IFP de la construction de la conduite avant la mise en service. L'application de consignes de sécurité strictes lors de chantier à proximité du réseau hydrant permet également de réduire fortement le risque d'une intervention malencontreuse externe sur la conduite. La conduite au-dessus du tunnel de liaison est enrobée dans une structure en béton d'environ 30 cm ce qui renforce encore sa résistance et son étanchéité. La dalle en béton présente au-dessus du tunnel de liaison est épaisse de 80cm et légèrement inclinée ce qui protège le tunnel d'une éventuelle infiltration de kérosène à l'intérieur du tunnel. Finalement, les caractéristiques physico-chimiques du kérosène et l'absence de source de chaleur sous le tarmac à proximité du tunnel et de la conduite font que la formation de vapeurs de kérosène et leur risque d'inflammation est faible. Au vu de ce qui précède, le risque représenté par le réseau hydrant sur les passagers de l'aile Est et notamment ceux qui transitent par le tunnel de liaison en direction du satellite 40 n'est pas significatif.

Nous espérons vous avoir à présent transmis tous les compléments d'information nécessaires, ainsi que tous les documents utiles au SEIE pour rédiger son préavis environnemental et technique.

En vous en souhaitant bonne réception et restant à votre entière disposition pour tout complément d'information que vous jugeriez utile, je vous prie de croire, Madame, Monsieur, en l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

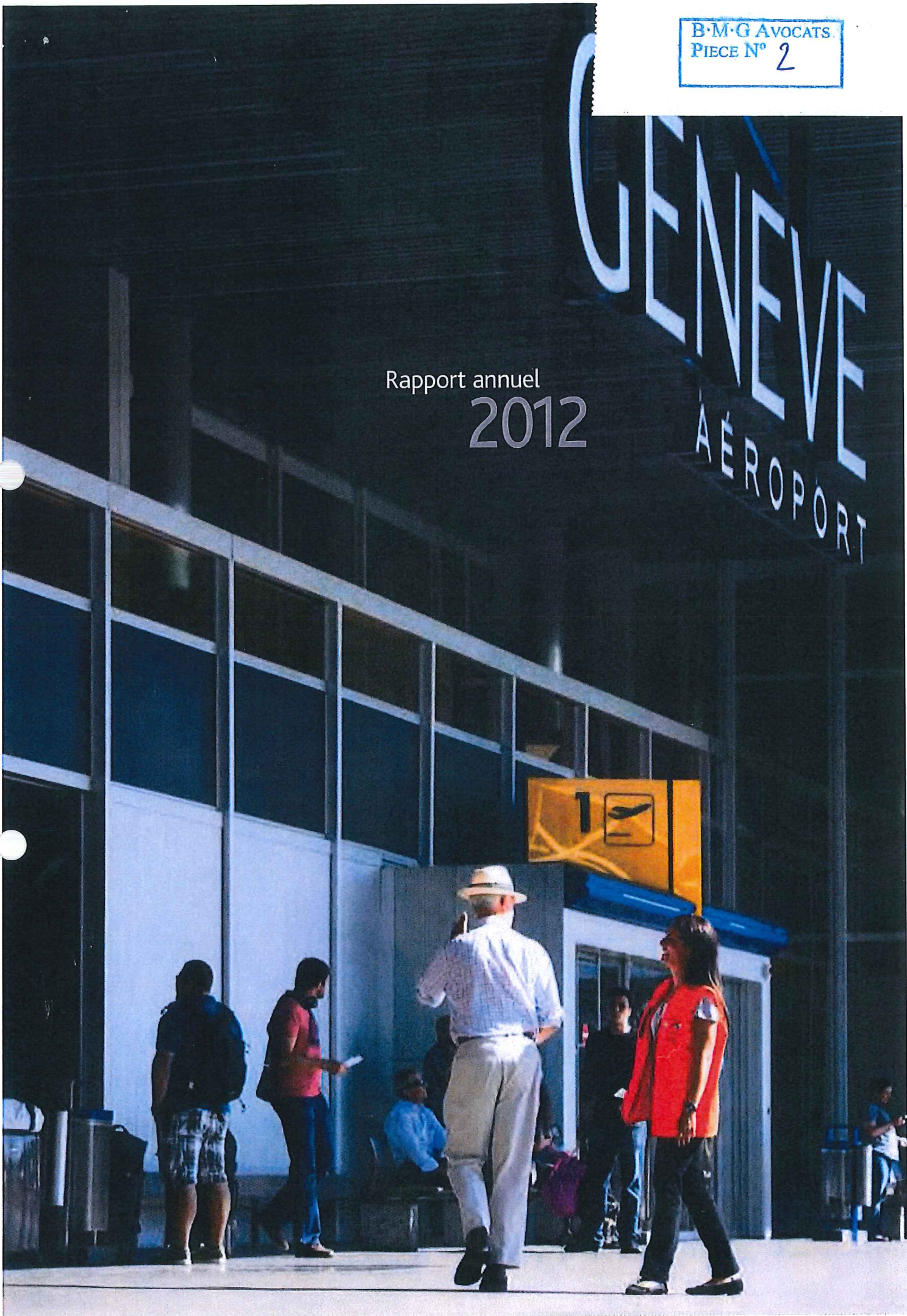
Nicolas GASPOZ



Directeur Infrastructure & Planification

Rapport annuel
2012

GENEVE
AÉROPORT



3'675 opérations d'accueils protocolaires

Dont:

Chefs d'Etat (y. c. le Secrétaire général de l'ONU)	63
Premiers ministres	40
Ministres des affaires étrangères	155
Ministres	1'598
Familles royales (jusqu'au 2 ^{ème} degré)	517

de voyageurs aériens. Cette modestie explique aussi leurs très forts taux d'occupation (le parking en front d'aérogare a ainsi affiché l'année passée plus de 80% de taux d'occupation pendant 299 jours). Depuis l'été 2012, Genève Aéroport a pu remédier partiellement à cette situation en rachetant un parking (le P26) à la Fondation des Parkings, ce qui lui a permis de gagner un millier de places. Les passagers ont ainsi désormais le choix entre deux parkings illimités à tarif préférentiel, l'un à l'est (P26), l'autre à l'ouest (P51) de l'aéroport permettant ainsi de servir au mieux les voyageurs venant tant du côté Lausanne que du côté France.

Le P26 est également le premier à avoir été complètement opérationnel avec le nouveau système de gestion des parkings (CEPAGE), équipement moderne qui facilite le paiement par carte bancaire (le client peut choisir s'il veut payer dans sa propre monnaie ou en francs suisses) et qui évitera à terme de devoir introduire le ticket dans l'automate devant la barrière de sortie, l'installation liant le paiement au numéro de plaque minéralogique (ce qui permettra également au client distrait de demander à la caisse dans quel parking et à quel étage il a garé sa voiture).

Changement également en front d'aérogare, où un parking de dépose rapide («kiss & fly») a été créé, le gestionnaire de l'aéroport ayant profité des travaux de rénovation de la plate-forme pour réaménager la zone.

Passages de sûreté

Parmi les obligations auxquelles les passagers doivent impérativement se soumettre avant d'embarquer figurent les contrôles de sûreté. Pour rendre ce moment aussi agréable que possible, Genève Aéroport met l'accent sur l'accueil aux points de contrôle (engagement de personnel, sensibilisation des collaborateurs à l'accueil) et sur la fluidité des procédures. C'est ainsi que le Contrôle de Sûreté Centralisé (CSC, à l'étage des départs) s'est enrichi en 2012 d'une nouvelle machine d'inspection filtrage portant à 14 le total des installations situées au CSC (d'autres points d'inspections filtrage se trouvent au secteur France, en transit et au Terminal Charter). Cette installation supplémentaire vise à mieux gérer les pointes de trafic et à respecter autant que possible l'objectif que le gestionnaire de l'aéroport s'est fixé: un temps d'attente au CSC inférieur à dix minutes.

Opérations d'accueil

L'aéroport a continué en 2012 à venir en appui du canton et de la Confédération pour le rayonnement de la Genève Internationale. Les chefs d'Etat et ministres atterrissant à Genève ou en décollant bénéficient en effet gracieusement d'un accueil protocolaire de la part du service dédié de Genève Aéroport. Ce dernier a ainsi réalisé 3'675 opérations d'accueil en 2012, soit en moyenne dix missions par jour.

Les moments forts de 2012 ont été dessinés par les traditionnelles conférences



organisées par les Droits Humains (310 délégations), le Bureau International du Travail (309) et l'Organisation mondiale de la santé (268), sans compter celles de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), de la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED), de la conférence sur le Climat, de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), de l'Organisation des Nations Unies (ONU) et de bien d'autres organisations encore. Mais – actualité oblige – l'année écoulée a aussi été l'occasion de conférences sur la Syrie, sur le désarmement Etats-Unis/Russie et sur les 10 ans d'adhésion de la Suisse aux Nations Unies.

Quant aux personnalités ayant transité par les services du protocole, elles provenaient d'Europe, d'Afrique, des Amériques et d'Asie.

Recommandé

Office fédéral de l'aviation civile
Monsieur Peter MÜLLER
Directeur
3003 Berne

Genève, le 20 septembre 2013

Concerne : Procédure en approbation des plans au sujet du projet d'une nouvelle
aile_EST

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de la procédure en approbation des plans relative au projet d'aile_EST, votre Office a suspendu le 17 juillet dernier le délai de réponse aux observations qu'il avait initialement fixé à notre établissement pour le 19 août 2013 dans l'attente de la prise de position des Offices fédéraux consultés.

Ce report de délai faisait suite à la demande que nos conseils juridiques vous ont présentée en date du 10 juillet 2013.

Sans vouloir par la présente répondre d'ores et déjà aux diverses oppositions formulées par des organisations, communes et particuliers contre le projet d'aile_EST, il nous apparaît important de vous communiquer une précision dans le régime d'exploitation de cette nouvelle infrastructure, que Genève Aéroport offre, en tant que de besoin, de faire formaliser dans la décision que votre Office prendra au terme de son instruction.

L'ensemble des opposants postulent, comme argument fondamental de leur détermination, que l'aile_EST projetée engendrera un accroissement significatif du trafic aérien à Genève Aéroport. Certains opposants mettent au surplus l'accent sur un développement prétendument exponentiel du trafic commercial *low cost*. C'est cette prémisse qui conduit les opposants à faire valoir des craintes autant sous l'angle de la problématique du CO₂, de la qualité de l'air que du bruit.

En réalité, ainsi que le démontre le rapport d'impact sur l'environnement versé au dossier, le projet d'aile_EST n'a ni pour vocation, ni pour effet d'entraîner une augmentation du volume de trafic aérien en direction de ou à partir de la plateforme aéroportuaire de Genève. Cette installation est destinée à améliorer l'accueil des passagers des vols long courrier, en remplacement d'infrastructures désuètes :

- Principalement, l'aile_EST comportera **six positions** configurées pour les processus de débarquement et d'embarquement dans les vols long courrier avec des avions **gros porteurs**. Ces six positions reconduisent donc exactement les capacités actuelles d'accueil des gros porteurs, sans aucun accroissement des positions au sol ni modification des modalités d'exploitation dans un sens permettant une exploitation plus soutenue.

- Simultanément, le projet intègre une position plus petite (n° 13) en remplacement d'une position pour moyen porteur n° 41 actuellement rattachée au satellite 40 mais supprimée pour garantir la circulation sur le tarmac suite à la réalisation du nouveau bâtiment.
- Enfin, quatre des six positions gros porteurs (à savoir les positions n° 14, 15, 18 et 19) permettront une double prise en charge de plus petits avions ; théoriquement, deux avions de faible gabarit pourraient être stationnés en lieu et place d'un gros porteur.

Dans la mesure où cette flexibilité des positions gros porteurs génère les craintes des opposants, nous souhaitons confirmer que le nombre total de positions théoriquement exploitables par l'aile_EST ne modifiera en rien le nombre d'avions pris en charge simultanément dans la pratique.

Pour clarifier les termes du dossier aux fins de la suite de l'instruction, nous vous prions de prendre acte de ce que **Genève Aéroport s'engage formellement à ne pas prendre en charge simultanément plus de six avions sur les positions n° 14 à 19 prévues dans le cadre du projet de l'aile_EST. Cette limitation d'exploitation ne pourra comporter d'exception que dans le cas où d'autres positions sur le tarmac viendraient à être rendues provisoirement indisponibles à raison de travaux ; dans ce cas, l'une ou l'autre position secondaire (n° 14R ou 14L, 15R/15L, 18R/18L ou encore 19R/19L) pourrait exceptionnellement être exploitée, à titre transitoire, simultanément à sa voisine, si le gabarit des avions à accueillir s'y prête.**

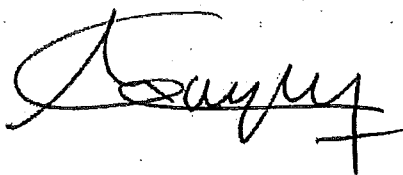
Cet engagement pourra faire l'objet, en tant que de besoin, d'une charge dans la décision d'approbation des plans, en application de l'art. 27 let. e OSIA.

Un réexamen de cette charge ne pourra intervenir, cas échéant, qu'après adoption de la fiche du PSIA relative à notre plateforme.

Nous vous remercions de bien vouloir prendre en considération cette précision, au sujet de laquelle nous restons à votre entière disposition pour tout complément.


En vous remerciant pour l'attention portée à la présente, nous vous prions d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de nos sentiments distingués.

Nicolas GASPOZ



Directeur Infrastructure et Planification

Robert DEILLON



Directeur général

Détermination de la capacité d'un aéroport



Novembre 2005

Détermination de la capacité d'un aéroport

Organisme commanditaire

Service des Bases Aériennes
50, rue Henry Farman
75720 Paris Cedex 15

Organisme auteur

Service technique de l'aviation civile
31, avenue du Maréchal Leclerc
94381 Bonneuil sur Marne Cedex

Auteurs

Capacité pistes Olivier Cateloy
Capacité aéroports Jérôme Rodriguez

Mots-clés

Capacité pistes, capacité aires de stationnement, capacité aéroports, dimensionnement, capacité horaire, capacité déclarée, capacité de programmation, méthodes d'évaluation de la capacité, logiciel algorithmique, logiciel de simulation

Zone géographique

Europe, France

date

Novembre 2005

Sommaire

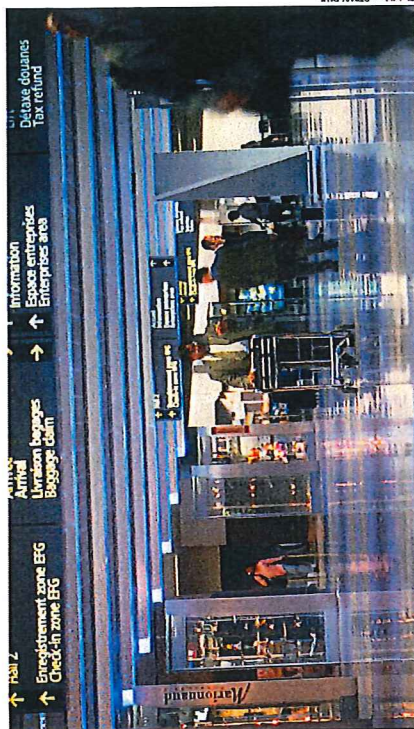
Introduction	8
Problématique	10
Guide de lecture	14
1. Qu'est ce que la capacité?	15
1.1. Définition générale	16
1.2. Maillons aéroportuaires	16
1.2.1. Principaux maillons aéroportuaires	16
1.2.2. Ensemble des maillons aéroportuaires et les flux qu'ils traitent	17
1.2.3. Maillons aéroportuaires concernés par le présent manuel	19
1.3. Capacité technique	19
1.3.1. Capacité technique pour le système de piste(s)	19
1.3.2. Capacité technique pour une aérogare	20
1.4. Capacité déclarée	21
1.4.1. Définition de la capacité déclarée	21
1.4.2. Application de capacité déclarée : la capacité de programmation	21
1.5. Capacité annuelle	22
1.5.1. Capacité annuelle pour les mouvements	22
1.5.2. Capacité annuelle pour les passagers	22
1.6. Relation entre les notions de capacité	22
2. Paramètres majeurs qui influent sur la capacité	23
2.1. Côté piste	24
2.1.1. Analyse des facteurs de premier ordre : évaluation de la capacité horaire technique	25
2.1.1.1. Facteurs de premier ordre du système de piste(s)	26
2.1.1.2. Facteurs de premier ordre des voies de circulation	46
2.1.1.3. Facteurs de premier ordre des postes de stationnement	46
2.1.2. Analyse des facteurs de 2 ^e ordre	47

2.1.3. Analyse des facteurs de 3 ^e ordre	49
2.1.4. Analyse des facteurs de 4 ^e ordre	51
2.1.5. Facteurs influant sur la capacité annuelle en mouvements	52
2.2. Côté aéroport	54
2.2.1. Qualité de service	55
2.2.2. Découpage fonctionnel de l'aéroport passager	55
2.2.2.1. Fonction Trafic	55
2.2.2.2. Fonction commerciale	57
2.2.2.3. Fonction opérationnelle	57
2.2.2.4. Fonction administrative	57
2.2.2.5. Fonction technique	58
2.2.3. Gestion des flux dans une aéroport passager	58
2.2.3.1. Description des flux passagers	59
2.2.3.2. Description des flux des bagages de soute	61
2.2.4. Mode de fonctionnement	61
2.2.5. Analyse des facteurs de premier ordre	61
2.2.5.1. Procédures	62
2.2.5.2. Trafic	62
2.2.5.3. Infrastructures	62
3. Méthodes d'évaluation rapide de la capacité	63
3.1. Côté piste	64
3.1.1. Ordres de grandeurs ou ratio	64
3.1.1.1. Pour le système de piste(s)	64
3.1.1.2. Pour les aires de stationnement	64
3.1.2. Outils	66
3.1.2.1. Principaux types	66
3.1.2.2. Outil analytique ou algorithmique: l'exemple de MACAO pour le système de piste(s)	66
3.1.2.3. Outils de simulation	68
3.1.3. Procédure actuelle d'une étude	70
3.1.3.1. Planification	70
3.1.3.2. Études de coordination	71
3.1.3.3. Types de résultats	71

3.2. Méthodes de calcul de capacité pour une aéroport	73
3.2.1. Paramètres à prendre en compte	73
3.2.1.1. Calcul de la capacité horaire	73
3.2.1.2. Mesure des surfaces	75
3.2.2. Méthode des ratios	77
3.2.2.1. Description	77
3.2.2.2. Capacité annuelle	77
3.2.2.3. Capacité horaire	77
3.2.3. Méthode de simulation	77
3.2.4. Méthode analytique comparative	78
3.2.5. Exemple de calcul de capacité avec la méthode des ratios	79
3.2.5.1. Mesure des surfaces	79
3.2.5.2. Ratios utilisés	80
3.2.5.3. Calcul de la capacité horaire départ	80
4. De la capacité horaire à la capacité annuelle	81
4.1. Formules de la 40^e heure	82
4.1.1. Principe	82
4.1.2. Courbe des débits classés	82
4.1.2.1. Constitution de la courbe des débits classés	82
4.1.2.2. Points caractéristiques de la courbe des débits classés	83
4.1.3. Relations entre l'heure de pointe et le trafic annuel	83
4.2. Scénarios avions	84
4.3. Voies de recherche	84
4.3.1. Réactualisation de la relation entre la 40 ^e heure de pointe et le trafic annuel	84
4.3.1.1. Nouvel ajustement sur un échantillon restreint	84
4.3.1.2. Différentiation selon le type de l'aéroport	85
4.3.1.3. Heures glissantes	85
4.3.2. Autres méthodes	85

5.	Outils actuels	86
5.1.	Principe	87
5.2.	Grille d'analyse	87
5.2.1.	Caractéristiques du logiciel	87
5.2.1.1.	Nature du modèle : méthode analytique/méthode par simulation	87
5.2.1.2.	Niveau de détails : macroscopique/microscopique	87
5.2.1.3.	Nature des paramètres d'entrée	88
5.2.2.	Champ d'application du modèle : zone(s) aéroportuaire(s) concernée(s)	88
5.2.3.	Données en entrée	88
5.2.4.	Données en sortie	88
5.2.5.	Fonctionnement du logiciel — hypothèses principales	88
5.2.6.	Souplesse d'utilisation	89
5.2.7.	Extensions possibles — flexibilité/modularité	89
5.2.8.	Développement (programmation informatique)	89
5.2.9.	Distribution — coût du logiciel (licence et formation)	89
5.2.10.	Contacts éventuels	89
5.2.11.	Éléments d'évaluation	89
5.3.	Ensemble des logiciels étudiés	89
Annexe 1	Liste des sigles et acronymes	90
Annexe 2	Définitions de la capacité issues de manuels techniques existants	91
Annexe 3	Procédures mûres recommandées par APATSI	92
Annexe 4	Ensemble des données nécessaires à l'estimation des capacités techniques théoriques avec MACAO	97
Annexe 5	Formulaire type pour l'entrée des données dans MACAO	98
Annexe 6	Fiches d'analyse des logiciels de capacité	101
Annexe 7	Exemple de ratios détaillés	127
Annexe 8	Bibliographie	132

Introduction



Aéroport de Toulouse-Montaudran

L'objectif de ce manuel est de proposer des méthodes de détermination de la capacité aéroportuaire.

Dans un premier temps, le manuel définit la capacité. Il existe plusieurs définitions de la notion de capacité qui dépendent du niveau stratégique et de la zone aéroportuaire concernée. Une définition générale sera proposée (la capacité aéroportuaire). Comme la notion de capacité s'évalue en général pendant une heure, sera alors définie la capacité horaire technique côté piste et pour les aéroports. La dimension stratégique sera prise en compte dans les définitions de capacité déclarée et de capacité de programmation. Comme l'activité commerciale d'un aéroport s'évalue en général par le trafic annuel, la définition de la capacité annuelle sera précisée.

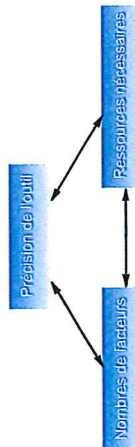
Dans un deuxième temps, sont présentés les paramètres qui influent sur la capacité côté piste (piste, voies de circulation et aires de stationnement) et sur la capacité des aéroports.

Ses paramètres sont classés en quatre groupes, allant du groupe de paramètres de premier ordre à

celui de quatrième ordre. Ils reflètent leur niveau d'influence sur la capacité. Le groupe de premier ordre a une influence directe. Le groupe de deuxième ordre a une influence sur le groupe de premier ordre, et ainsi de suite.

L'évaluation de la capacité nécessite d'utiliser des « outils », logiciels ou méthodes, qui décrivent la réalité en prenant en compte un ensemble de facteurs identifiables dans la réalité. Plus le nombre de facteurs est grand, et plus l'analyse est précise. L'outil utilisé nécessite, en revanche, une technicité plus importante et un temps de mise en œuvre plus grand. Un compromis entre la précision de l'outil, le temps de mise en œuvre et le nombre de facteurs pris en compte doit être trouvé et choisi.

Trois niveaux de détails de méthodes d'évaluation de la capacité sont présentés dans ce manuel. Lorsque le nombre de paramètres est d'un ou de deux, la méthode des ordres de grandeurs est appliquée. C'est la méthode la plus simple à utiliser. D'importantes variations sont observées pour les aéroports de faibles dimensions. Une meilleure



connaissance du type d'aérogare (avec une application croisée de la méthode comparative) permet de réduire considérablement cette variation.

Pour la détermination de la capacité des aérogares, des ratios peuvent être déterminés par la méthode analytique comparative. Il s'agit alors de repérer dans une sorte de catalogue de richesses descriptives d'aérogares déjà réalisées ou étudiées, celles dont les caractéristiques de trafic et d'exploitation sont les plus voisines du cas que l'on étudie. Par référence à ce catalogue, il est alors possible d'estimer les différentes capacités, et notamment les capacités horaires.

Pour un nombre un peu plus élevé de paramètres, côté pistes sont présentées l'approche par paramètres et la méthode algorithmique.

Pour un nombre élevé de paramètres est présenté pour le côté piste et les aérogares, le principe des outils de simulation.

Les outils actuels d'estimation de la capacité évaluant la capacité mouvements ou passagers pendant une heure. Une méthode utilisée communément afin d'en déduire la capacité annuelle est la formule dite de « la 40^e heure ».

D'autres méthodes existent pour déterminer la capacité annuelle côté piste. Elles reposent sur la somme de l'ensemble des mouvements qui peuvent être traités par le système de piste sur la journée. Certaines reposent sur l'élaboration d'un pro-

gramme des vols représentatif du trafic de l'année. Une autre consiste à déterminer la capacité des heures de pointe et le volume de trafic aux heures creuses, et est particulièrement adaptée aux aéroports dont le trafic s'organise en hub. En effet, le nombre de mouvements varie en général à chaque heure car il dépend de la structure de la demande (mélange en arrivées et départs, mélange en catégories d'avions). Les nombres d'heures de pointe et d'heures creuses, ainsi que le rapport entre elles déterminent la structure du trafic.

Dans ce manuel, sont présentés et analysés, suivant une grille d'analyse, les outils d'évaluation de la capacité aéroportuaire homologués ou validés à ce jour.

Trois types d'outils sont analysés :

- les outils algorithmiques dédiés à la détermination de la capacité aéroportuaire ou de l'un des maillons de l'aéroport (The FAA Airfield Capacity Model, CAMACA, MACAO),
- les outils de simulation dédiés à la détermination de la capacité aéroportuaire ou de l'un des maillons de l'aéroport (The airport machine, ARCTerm, PaxSim, SIMMOD, RAMS+Sol, TAAM, Total AirportSim, OPAL),
- les outils de simulation généralistes (ARENA, AUTOMOD, EMLANT, FLOWSIM, WTI-NESS).

Problématique

Pour connaître le trafic qui peut être traité par un aéroport, il est nécessaire de déterminer la capacité de cet aéroport, c'est-à-dire des éléments (maillons) qui le constituent. « La » capacité d'un aéroport et de ses maillons est donc une « donnée » capitale aussi bien pour le gestionnaire de l'aéroport, que pour l'organisme de tutelle ou encore les compagnies aériennes. C'est à partir de cette « donnée » et au cours de cette étude que pourront être déterminés :

- le trafic que peut traiter l'infrastructure ;
- la date prévisible de saturation de l'infrastructure compte tenu de l'évolution prévue du trafic ;
- les éléments bloquant d'un aéroport, ce qui permettra d'optimiser l'infrastructure ;

Les résultats d'une comparaison d'aéroports américains et européens, qui présente, pour chaque aéroport, des valeurs de capacités pour les mouvements et le nombre de pistes, sont présentés dans les deux tableaux ci-après.

Ces tableaux présentent trois capacités pour les mouvements :

- Les capacités optimales sont des valeurs exprimant un nombre de mouvements d'avion qu'il

est possible de traiter pendant une heure dans des conditions qualifiées d'optimales, c'est-à-dire par beau temps permettant des procédures à vue.

- Les capacités réduites sont, quant à elles, obtenues dans des conditions dégradées, c'est-à-dire dans des conditions météorologiques défavorables entraînant des approches aux instruments.
- Les capacités déclarées représentent un nombre d'avions traitables sur la plate-forme pendant une heure. Cette notion est représentée par une valeur fixe, donnée par les gestionnaires d'aéroports et sur la base de laquelle la programmation des vols des compagnies aériennes se fait.

Dans cette approche, nous pouvons déjà constater qu'il existe des définitions différentes reflétant la notion de capacité. Les valeurs ont été relevées dans deux documents officiels différents : ce qui explique en partie que la notion de capacité ne s'exprime pas de la même façon. Ainsi, dans la base de données européennes, les valeurs de capacités optimales et réduites ne sont pas données. De même, la capacité déclarée des aéroports américains n'est pas non plus évoquée dans la base de données de la FAA.

1 Pour les aéroports américains : Airport Capacity Benchmark Report 2001. Department of Transport, Federal Aviation Administration.
Pour les aéroports européens : European Database of Major Airports in the ECAC States 1998, Annual Report, Eurocontrol.

Aéroports des USA	Capacités opératives (mv/heure)	Capacités réduites (mv/heure)	Nombre de pistes utilisées simultanément	Configuration
Atlanta Hartsfield International	135-200	167-174	4	2 doublets de pistes parallèles
Boston Logan International	118-126	78-88	3	1 doublet et 1 sécante
Baltimore-Washington International	111-120	72-75	3	2 pistes sécantes et 1 convergente
Charlotte/Douglas International	130-140	108-116	3	2 pistes parallèles et 1 sécante
Cincinnati-Northern Kentucky	123-125	121-125	3	2 pistes parallèles et 1 sécante
Denver International	204-218	160-196	6	4 pistes parallèles et 2 perpendiculaires
Dallas-Fort Worth International	261-270	183-185	7	2 doublets, 1 piste parallèle et 2 convergentes
Detroit Metro Wayne County	143-146	136-138	5	3 pistes parallèles et 2 sécantes
Newark International	92-108	74-78	3	1 doublet et une piste sécante
Honolulu International	120-126	60-60	3	2 pistes parallèles et 1 sécante
Houston Bush Intercontinental	120-123	112-113	3	2 pistes parallèles et 1 convergente
New York Kennedy International	88-98	71-71	2	2 pistes parallèles
Las Vegas McCarran International	84-85	52-57	2	2 pistes parallèles
Los Angeles International	148-150	127-128	4	2 doublets de pistes parallèles
New York La Guardia	80-81	62-64	2	2 sécantes
Orlando International	144-145	104-112	3	1 doublet et 1 piste parallèle
Memphis International	150-152	112-120	4	1 doublet, 1 piste parallèle et 1 convergente
Miami International	124-134	95-108	3	1 doublet et 1 piste parallèle
Minneapolis-St. Paul International	115-120	112-112	3	2 pistes parallèles et 1 sécante
Chicago O'Hare International	200-202	157-160	5	2 pistes parallèles, 2 sécantes et 1 convergente
Philadelphia International	108-110	91-96	3	1 doublet et 1 sécante
San Diego Lindbergh Field	43-57	38-49	1	Piste unique
San Francisco International	95-99	67-72	3	1 doublet et 1 sécante

Doublet de pistes : deux pistes parallèles dont les axes sont distants de moins de 760m.
Pistes parallèles : deux pistes parallèles dont les axes sont distants de plus de 760m.
Pistes perpendiculaires : deux pistes parallèles dont les axes sont distants de plus de 760m.

Aéroports européens	Capacité * de programmation (mv/heure)	Nombre de pistes utilisées	Configuration
Amsterdam-Schiphol	108	3	3 pistes parallèles ou 2 pistes parallèles et 1 convergente
Barcelone	nc	2	2 pistes parallèles
Berlin-Tegel	40	2	Doublet
Bruxelles-National	68	2	Pistes sécantes ou 2 pistes parallèles
Copenhague	81	3	Pistes sécantes ou 2 pistes parallèles
Courm	10	1	Piste unique
Florencia	18	1	Piste unique
Francfort	12	1	Piste unique
Francfort International	76	3	un doublet et 1 sécante
Gatwick-International	38	1	Piste unique
Kos	6	1	Piste unique
Londres-Luton	30	1	Piste unique
Londres-Stansted	36	1	Piste unique
Londres-Heathrow	50	1	Piste unique
Luxembourg	35	1	Piste unique
Lyon-St Exupéry	50	2	Doublet
Madrid-Barajas	nc	4	2 doublets non parallèles
Mancobster	47	1	Piste unique
Marseille-Provence	30	2	Doublet
Milán - Malpensa	58	2	Doublet
Milán Linate	32	1	Piste unique
München-Franz Josef Strub	88	2	2 pistes parallèles banalisées
Nantes	16	1	Piste unique
Nice-Côte d'Azur	49	2	Doublet
Paris-Charles de Gaulle	105	3	Doublet et une piste parallèle
Rotterdam	30	1	Piste unique
Strasbourg	20	1	Piste unique
Stuttgart	35	1	Piste unique
Toulouse	42	2	Doublet
Venise	20	2	Doublet

Doublet de pistes : deux pistes parallèles dont les axes sont distants de moins de 760m.
Pistes parallèles : deux pistes parallèles dont les axes sont distants de plus de 760m.
* Ces capacités sont en général revues chaque année par un groupe de travail

Le tableau suivant présente les fourchettes de capacités déclarées par les aéroports européens. Il est issu du tableau précédent.

Nombre de piste(s) utilisées simultanément	Valeurs de capacité déclarées
Piste unique	6 à 47
Deux pistes	20 à 88
Trois pistes	76 à 108

Il apparaît que les valeurs retenues diffèrent entre certains aéroports. Elles dépendent de la stratégie de l'aéroport et de la configuration de son infrastructure. En effet, déclarer une capacité très inférieure à la capacité optimale par beau temps permet de diminuer les retards possibles lorsque les conditions climatiques ne sont pas favorables. En revanche, le nombre de créneaux horaires pouvant être commercialisés est moindre. C'est un choix stratégique que le gestionnaire fait.

Au vu des valeurs précédentes, on peut dire que la capacité optimale par piste spécialisée sur les aéroports principaux américains varie entre 40 et 50 arrivées par heure, et 45 à 50 départs par heure. Elle est semblable sur les aéroports les plus importants d'Europe. Pour ces derniers, la capacité optimale par piste spécialisée est comprise entre 50 et 60 mouvements par heure. Par exemple à l'aéroport de Londres-Gatwick, qui possède une piste spécialisée, la capacité optimale varie entre 55 et 60 mouvements par heure. A l'aéroport de Munich-Franz Josef Strauss qui possède deux pistes spécialisées, elle est de 100 mouvements par heure.

Pour les systèmes de pistes possédant des pistes parallèles spécialisées ou des pistes sécantes ou

convergentes, la capacité est moindre. Ainsi, à Londres-Heathrow qui possède deux pistes parallèles spécialisées, la capacité optimale par beau temps est de 90 mouvements par heure. L'aéroport d'Amsterdam-Schiphol qui utilise simultanément trois pistes parallèles et deux pistes parallèles et une piste convergente, a une capacité optimale de 130 mouvements par heure.

Il faut prendre en compte le nombre de pistes utilisées simultanément et la configuration de l'infrastructure. Pour atteindre des valeurs de capacité élevée obtenue par beau temps, il faut aménager l'infrastructure avec des sorties rapides et alimenter la piste avec une TMA rationalisant les flux d'arrivées et de départs. On peut d'ores et déjà retenir que le système de pistes parallèles bannalises présente la capacité la plus importante avec un niveau de sécurité optimale. Le système de pistes parallèles spécialisée est moins capacitif. Le système de doublet de pistes l'est encore moins. Les systèmes de pistes convergentes ou de pistes sécantes sont les moins capacitifs et les moins sûrs. Ces derniers doivent être évités lorsque l'on prévoit de nouvelles infrastructures. Désormais, les nouveaux projets d'aéroports dans le monde ne concernent que des pistes parallèles ou des ensembles de doublets parallèles. La capacité peut être déterminée pour des durées différentes (capacités horaires ou annuelles), pour des maillons différents (capacité pour les mouvements, capacité pour l'aérogare...).

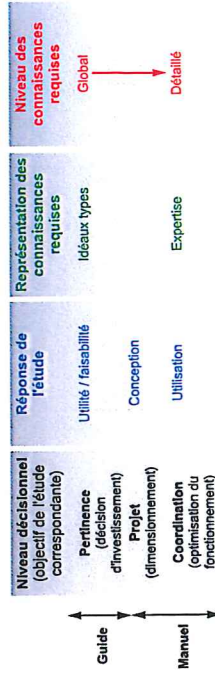
Parfois des systèmes de pistes présentent des capacités inférieures à ce que l'on peut attendre. Ceci peut s'expliquer par un environnement local peu favorable (topographie...).

Il apparaît que, pour déterminer avec précision la capacité d'un aéroport, une analyse plus détaillée doit être entreprise. Toutefois, le niveau de détail de cette analyse dépend du niveau décisionnel qui aborde la capacité, de l'objet de l'analyse, de la représentation et du niveau des connaissances requises. Cette problématique est représentée par le schéma ci-dessous :

L'analyse de la pertinence d'un investissement, quant à elle, nécessite de représenter les connaissances techniques sous une forme plus globale et synthétique.

Le présent document a pour objectif d'apporter les éléments techniques suffisants pour répondre aux niveaux décisionnels relatifs au projet et à la coordination et n'aborde plus l'analyse de la pertinence d'un investissement. Il permet ainsi de :

- préciser les paramètres majeurs à prendre en compte ;



Guide de lecture

Le présent document est composé de six parties distinctes précédées de la présente introduction comprenant une synthèse (cf. résumé analytique). La première partie concerne les définitions générales et plus particulièrement des capacités côté piste et des aérogares. Y sont notamment abordés les définitions générales de la capacité, de la capacité horaire technique, de la capacité horaire déclarée, et de la capacité annuelle.

La deuxième partie présente les paramètres majeurs qui influent sur la capacité.

La troisième partie expose trois niveaux d'évaluation rapide de la capacité piste : une méthode d'évaluation de la capacité horaire technique moyenne par ordre de grandeurs, une méthode rapide de pondération prenant en compte les prin-

- donner une méthode permettant d'évaluer rapidement les ordres de grandeur des capacités d'un système de piste(s) ou d'un ensemble d'aérogares(s) ;

- présenter les outils existants, homologués ou validés à ce jour, pour les études de capacité.

Il prend la forme d'un manuel de référence pour la détermination de la capacité d'un aéroport. Il est issu :

- de synthèses de documents publiés,
- de synthèses de documents propres au STBA rédigés lors d'études locales ou générales américaines,

- d'analyses de résultats par l'outil algorithmique du STBA (MACAO) estimés pour la présente étude,

- d'une réflexion de synthèse débouchant sur la rédaction de parties nouvelles.

cipaux facteurs influant sur le niveau de la capacité horaire technique du système de piste(s), et une méthode algorithmique informatisée dont le principe de calcul de la capacité horaire technique du système de piste(s) est exposé dans cette partie. Enfin, la méthode de ratios concernant les aérogares est présentée.

La quatrième partie présente la méthode de la 40^e heure permettant d'évaluer la capacité annuelle à partir de la capacité horaire. D'autres méthodes, dont certaines ne sont pas validées, y sont aussi présentées.

La cinquième partie présente les outils, validés à ce jour, d'estimation de la capacité aéroportuaire. En dernier lieu, sont placées les annexes précédées de la liste des acronymes.

1. Qu'est-ce que la capacité?



Avion au roulage mis en attente de décoller à l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle

▼ Cette partie a pour objectif de définir la capacité² aéroportuaire. Une définition générale sera proposée. Elle peut être appliquée à chacun des maillons aéroportuaires. Ces derniers seront donc décrits. La capacité horaire technique sera par la suite définie pour l'aire de mouvements des avions et pour les aérogares. Nous verrons qu'elle est utilisée en partie pour déterminer la capacité déclarée.

² L'annexe 3 présente les définitions de la capacité de maillons techniques concernant la capacité routière ou la capacité aéroportuaire.

1.1. Définition générale

La capacité aéroportuaire est le nombre de demandes qui peut être traité pendant une période donnée par un ensemble d'installation(s) aéroport-

uaire(s) étant données une qualité de service requise et la nature et le volume d'offres proposées par l'ensemble des acteurs impliqués.

1.2. Maillons aéroportuaires

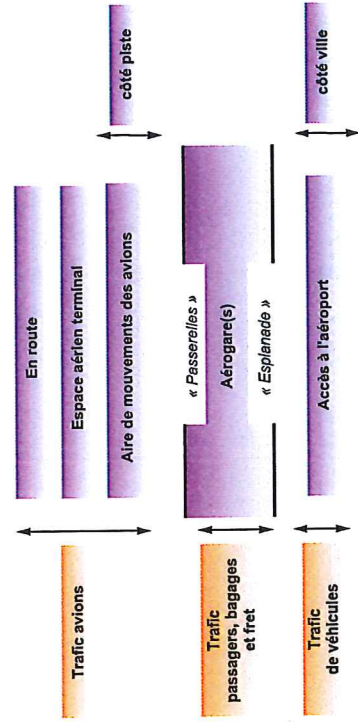
1.2.1. Principaux maillons aéroportuaires

L'aéroport est composé de plusieurs maillons. La définition générale peut s'appliquer à chacun d'entre eux afin d'évaluer la capacité. Il faut au préalable déterminer le type de demandes (passagers, mouvements d'avions, bagages, fret...), la période de temps (l'heure, l'année...), la qualité de service (minutes de retards, densité...), la nature et le volume d'offres (nombre d'équipements, performance des équipements...).

L'organigramme suivant présente les principaux maillons constituant la chaîne du transport aérien. Nous considérons que les maillons aéroportuaires sont les composants de l'aéroport ou au voisinage de l'aéroport qui permettent le traitement des avions et de ses éléments transportés : passagers, bagages et fret.



Aéroport de Lyon-Saint-Exupéry





Gare TGV et accès à l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle

Chaque maillon a ses propres caractéristiques physiques et ses procédures. Certains maillons permettent le traitement de débit d'avions, de passagers, de bagages et/ou de fret. D'autres constituent un moyen de transformation de flux d'un élément en un autre (cf. schéma détaillé page 18).

Ainsi, on distingue souvent le côté piste qui concerne l'aire de mouvements des avions (cf. schéma page 18), de l'aéroport et du côté ville qui concerne les accès à l'aéroport.

1.2.2. Ensemble de maillons aéroportuaires et les flux qu'ils traitent

Le schéma page 18 détaille les maillons principaux du schéma précédent et précise les flux de demandes traités (avions, passagers, bagages et fret).

L'aire de mouvements des avions est constituée du système de piste(s), des voies de circulation et des aires de stationnement. Ces éléments permettent le traitement du flux des avions arrivant, décollant ou survolant l'aéroport.

Le maillon « aéroport » est décomposé en sous-maillons, ou modules, permettant de traiter quatre types de flux de passagers, de bagages et de fret :
- le flux des arrivées des passagers et des bagages (en rouge),

- le flux des départs des passagers et des bagages (en bleu),

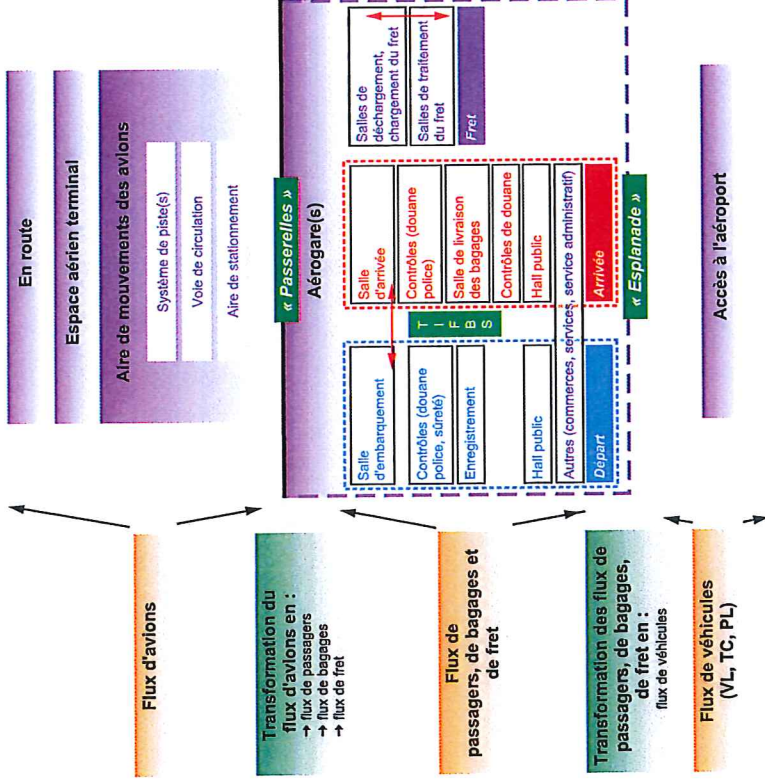
- le flux des passagers, des bagages et du fret en correspondance dans le cas d'un fonctionnement en hub (matérialisé par les flèches rouges),

- le flux des arrivées et des départs du fret (en violet). Des sous-maillons, ou modules, (en vert) constituent un moyen de transformation de flux d'éléments en un flux d'autres éléments, dont les principaux sont :

- la « passerelle » : c'est le moyen de transformer un flux d'avions en flux de passagers, de bagages et/ou de fret (et réciproquement). Elle peut être au contact, comme les passerelles télescopiques en prolongement du bâtiment de l'aéroport. Ou bien, elle peut être éloignée et dans ce cas, la transformation se fait à l'aide soit d'un autre véhicule (bus ou appareils nécessaires au transfert de bagages et de fret), soit sans véhicule (à pieds),

- l'« esplanade » : ce sous-module (dont le terme ici réfère davantage un concept de transformation de flux) permet de transformer réciproquement les flux de passagers, bagages et fret en véhicules terrestres tels que les véhicules légers (particuliers, location et taxis), les transports en commun (bus, autocars, liaisons ferrées telles que tramway, RER et trains) et les poids lourds (transport de fret). Il regroupe des sous-maillons, tels que les parcs de stationnement pour véhicules légers (particuliers, de location et taxis) et de transport en commun (bus et autocars), et des infrastructures spécifiques (gares de trains, de RER et de tramway).

- le tri et inspection filtrage des bagages de soute (TIFBS) : ce module de traitement des bagages concerne les arrivées (lien entre les avions et les salles de livraison des bagages), les départs (tri et inspection filtrage des bagages entre l'embarquement et les avions) et les correspondances (tri et distribution des bagages entre les avions).



Ensemble des principaux maillons aéroportuaires, des flux qu'ils traitent, de leurs sous-maillons ou modules et des sous-maillons (en vert) permettant de transformer un flux d'éléments (avions, passagers, bagages, fret) en un flux d'autres éléments

1.2.3. Maillons aéroportuaires concernés par le présent manuel

Ce manuel traite de la capacité de l'aire de mouvements des avions et des aéronefs. Ne sont donc pas traitées les capacités de l'en-route (traitee par la DSN), et de l'accès à l'aéroport.

Il ne traite pas non plus de la capacité fret de l'aéroport, même si certaines définitions et paramètres ayant un impact sur le niveau de capacité peuvent s'y appliquer. Toutefois, l'analyse de la capacité de l'aire de mouvements prend en compte le trafic fret, car elle porte sur les mouvements d'avions et donc inévitablement sur les avions mixtes ou cargo qui le transportent.

1.3. Capacité technique

La définition générale permet de déduire les définitions de la capacité pour les différents maillons. Comme il a été dit au paragraphe 1.2. Les maillons aéroportuaires, ce manuel ne traite que du système de piste et des aéronefs³. Les définitions seront approfondies pour ces deux ensembles de maillons.

Compte tenu de la nature des paramètres influençant le niveau de capacité, la période de temps retenue pour l'évaluation de la capacité en général est l'heure.

1.3.1. Capacité horaire technique pour le système de piste(s)

Le système de piste regroupe la piste, les voies de circulation et les aires de stationnement.

Pour la piste, la capacité horaire technique est le débit horaire maximal d'aéronefs qui peut être écoulé pendant une heure au cours d'une période de pointe, en considérant ses pratiques d'utilisation, en respectant les règles de circulation aérienne en vigueur, et compte tenu d'un retard acceptable pour les opérateurs.

Le niveau de retard reflète la qualité du service. Il est déterminé localement sur chaque aéroport. Le retard évoqué dans cette définition est issu de la saturation de la piste. Les 71 autres causes de retard (problèmes techniques, agents en escalle, etc.) ne sont pas prises en compte.

³ Excepté les « passagers », l'« esplanade », le TIFBS et l'accès à l'aéroport.

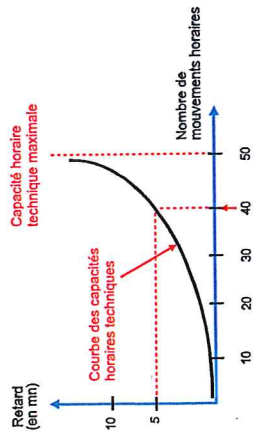


L'esplanade du terminal 2 de l'aéroport de Nice-Côte d'Azur

Les retards apparaissent lorsque le nombre horaire de mouvements d'avions à traiter devient supérieur à la capacité horaire technique. La relation entre capacité horaire technique et retard se représente par le profil de courbe représenté ci-après :

La capacité horaire technique maximale est le débit horaire maximal d'aéronefs qui peut être écoulé pendant une heure, en considérant des pratiques d'utilisation favorables, en respectant les règles de circulation aérienne en vigueur, et sans prendre en compte la qualité de service.

La capacité horaire technique maximale est une limite atteinte lorsque la qualité de service n'est pas prise en compte, c'est-à-dire lorsque le niveau de retard est très élevé.



1.3.2. Capacité technique pour une aérogare

Par définition, la capacité horaire technique pour une aérogare représente le débit de passagers et de bagages qui peuvent être écoulés par une aérogare pendant l'unité de temps retenu en respectant les contraintes de sûreté, une qualité de service et en intégrant son mode de fonctionnement.

Le niveau de qualité de service dépend de :
 - du temps d'attente et de traitement aux différents points de passage (voir paragraphe 2.2.3),
 - des surfaces allouées par passager aux différents points d'attente (voir paragraphe 2.2.3 et 3.2),
 - de la lisibilité et compréhensibilité des circulations pour les passagers,
 - des services commerciaux offerts.

Pour les aéroports, il existe plusieurs capacités horaires :

- Cp ou capacité totale, comprend l'ensemble des passagers à l'arrivée et au départ,
 - Cd ou capacité départ, comprend l'ensemble des passagers au départ quel que soit le régime du vol,

- Cd_{nat} ou capacité départ national, comprend les passagers au départ et sur un vol dit national,
 - Cd_{int} ou capacité départ international, comprend les passagers au départ et sur un vol dit international.

- Ca ou capacité arrivée, comprend l'ensemble des passagers à l'arrivée quel que soit le régime du vol,

- Ca_{nat} ou capacité arrivée nationale, comprend les passagers au départ et sur un vol dit national,
 - Ca_{int} ou capacité arrivée internationale, comprend les passagers à l'arrivée et sur un vol dit international.

Ces différentes capacités ne sont pas forcément égales et les capacités au départ ou à l'arrivée en régime national sont souvent supérieures aux capacités départ ou arrivée respectivement.

Ainsi, pour une salle d'embarquement mesurant 100 m² et pouvant être utilisée soit entièrement en régime national (ou international), soit en étant séparée en deux parts égales (l'une pour les vols nationaux et l'autre pour les vols internationaux), et en prenant les niveaux de qualité de service suivants : 1 m²/pax⁴ pour les passagers en régime national et 2 m²/pax en régime international, les différentes capacités horaires arrivées seront :

$$Cd = 50/1 + 50/2 = 75 \text{ pax/h}^5$$

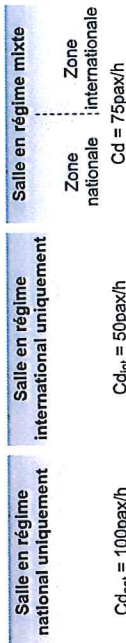
$$Cd_{nat} = 100/1 = 100 \text{ pax/h}$$

$$Cd_{int} = 100/2 = 50 \text{ pax/h}$$

A ces capacités qui ne concernent que le passager en tant que tel il convient d'ajouter le hall public de l'aéroport devant accueillir des accompagnants au départ ou des attendants à l'arrivée. Ces modules qui ont un caractère de convivialité non nécessaire au bon traitement du passager stricto sensu peuvent être considérés ou non comme dimensionnés par le gestionnaire.

⁴ m²/pax : nombre de m² par passager

⁵ pax/h : nombre de passagers traités en une heure



1.4. Capacité déclarée

1.4.1. Définition de la capacité déclarée

La capacité déclarée est fixée par les autorités aéronautiques. Elle représente le débit d'aéronefs ou de passagers que l'aéroport est en mesure d'accepter toute l'année, en prenant en compte l'ensemble des éléments de la chaîne aéroportuaire ainsi que les contraintes extérieures (environnement...), et compte tenu d'un certain niveau de qualité de service. Elle est exprimée en mouvements d'aéronefs ou de passagers sur une période de temps qui peut être l'heure.

La capacité déclarée est une valeur choisie parmi les valeurs de capacité technique possibles. Les aéroports peuvent choisir de placer la capacité déclarée plus ou moins près de la capacité optimale en indiquant aux compagnies aériennes que le retard sera de telle ou telle valeur. Les aéroports sont en mesure de supporter une capacité technique supérieure à certains moments de la journée lorsque les paramètres sont favorables. Elle détermine notamment le volume de créneaux horaires qui peuvent être proposés aux compagnies aériennes.

1.4.2. Application de capacité déclarée : la capacité de programmation

La capacité de programmation est le nombre maximal de vols programmés par les compagnies aériennes sur une période de temps donnée, choisie en concertation avec le gestionnaire, les compagnies aériennes et un comité indépendant de coordination. Au cours de cette concertation, la période de temps est choisie. C'est un multiple de 5 minutes et c'est au maximum une heure.

Sur un aéroport où la demande de trafic excède la capacité pendant une certaine période de la journée, un processus attribuant, suivant certaines règles, aux compagnies aériennes des créneaux horaires, heures prévues de décollage ou d'atterrissage, peut être mis en place sur la base d'une

capacité de programmation limitée. L'aéroport est alors coordonné. Ce processus est régi par un organisme indépendant qualifié de coordonnateur.

Si la demande excède le niveau de capacité sur toute la journée, la coordination s'applique sur l'ensemble de la journée, et l'aéroport est qualifié d'entièrement coordonné. Sinon, on dit que l'aéroport est simplement coordonné. Le règlement communautaire CEE -95/93 du 18 janvier 1993 régit la mise en place et le suivi de la coordination sur un aéroport.

Ce processus évite que le niveau de retards devienne trop important sur une période assez longue de la journée. La qualité de service offerte aux compagnies aériennes et donc aux passagers reste acceptable.

La programmation des vols devra par la suite tenir compte du niveau fixé : le nombre de mouvements ne pourra excéder la capacité horaire de programmation (ce niveau est généralement fixé sur une plage d'environ 10 à 20 minutes).

Depuis octobre 1996, une association appelée COHOR, regroupant les compagnies aériennes françaises utilisant les plates-formes d'Orly et de Roissy/CDG, assure le rôle de coordonnateur. L'harmonisation de toutes les coordinations nationales s'effectue lors de conférences bi-annuelles organisées par l'IATA en juin et novembre. Les créneaux horaires sont attribués aux compagnies aériennes sur la base des capacités de programmation.

ADP et la DGAC établissent à chaque saison (été et hiver) la capacité horaire de programmation des aéroports d'Orly et de Roissy-CDG sur la base de données opérationnelles.

En province, les aéroports de Nice, Lyon et Mülhausen sont des aéroports à facilitation d'horaire, c'est à dire qu'ils ne sont pas coordonnés complètement sur l'ensemble de la journée.

1.5. Capacité annuelle

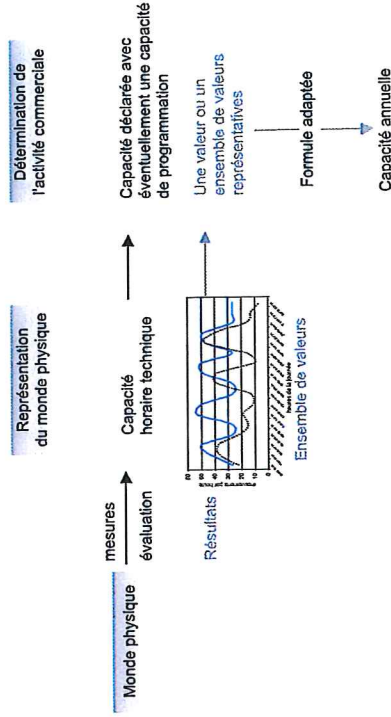
1.5.1. Capacité annuelle pour les mouvements

C'est le débit annuel maximal d'aéronefs qui peut être écoulé par le système de piste(s) au cours d'une année, en considérant ses pratiques d'utilisation, et compte tenu du respect des règles de sécurité et d'un retard des vols acceptable pour les opérateurs.

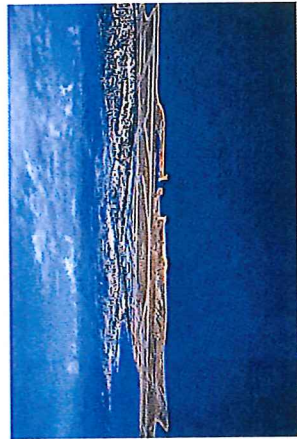
1.5.2. Capacité annuelle pour les passagers

C'est le débit annuel maximal de passagers qui peut être écoulé par un aéroport au cours d'une année, en considérant ses pratiques d'utilisation, compte tenu d'un certain niveau de qualité de service et dans le respect des règles de sécurité et de sûreté.

1.6. Relation entre les notions de capacité



2. Paramètres majeurs qui influent sur la capacité



aéroport de Nice-Côte-d'Azur

➤ Dans le présent manuel, la capacité n'est étudiée que du côté piste (comprenant le système de piste(s), les voies de circulation et les aires de stationnement) et des aérogares. Cette partie a pour objectif de présenter les paramètres qui influent sur la capacité de ces systèmes.

Les paramètres sont classés en quatre groupes, allant du groupe de paramètres de premier ordre à celui de quatrième ordre. Les groupes ont été établis en fonction du niveau d'influence des paramètres sur la capacité.

Le groupe de premier ordre a une influence directe. Le groupe de deuxième ordre a une influence sur le groupe de premier ordre, et ainsi de suite. De manière générale, la capacité dépend du temps minimum nécessaire au traitement des éléments qui entrent dans l'un des systèmes et de la fréquence d'apparition dans ce système. Ce temps et cette fréquence dépendent de paramètres classés dans le groupe dit de premier ordre. Ils seront présentés pour chacun des systèmes. La manière dont ils influencent le niveau de capacité sera analysée.

Pour les groupes de deuxième à quatrième ordres, seules les principales problématiques seront évoquées.

La méthode la plus commune de calcul de la capacité se fait sur une heure. L'analyse des paramètres sera faite de manière à expliquer leur influence sur cette unité de temps. Les facteurs qui influent sur la capacité annuelle seront décrits au paragraphe 2.1.5. Cette analyse synthétique sera au niveau annuel leur influence évoquée dans la description des principales problématiques de chacun des groupes de facteurs décrits dans les paragraphes 2.1.2. à 2.1.4.

2.1. Côté piste

De manière générale, la capacité dépend du temps minimum nécessaire au traitement des éléments qui entrent dans l'un des systèmes et de la fréquence d'apparition dans ce système. Les systèmes retenus côté piste concernent le système de piste(s), les voies de circulation et les aires de stationnement. Les éléments concernent les aérogares. Dans ce présent manuel, l'analyse portera sur les avions, et non sur les hélicoptères, même si le principe reste le même.

Pour le côté piste, le temps minimum de traitement ou temps d'occupation du système sera par la suite appelé :

- temps d'occupation de piste (TOP) pour les systèmes de piste(s),
- temps d'occupation des voies de circulation pour les voies de circulation,
- temps d'occupation des aires de stationnement pour les aires de stationnement.

La fréquence d'apparition dans un système est le nombre d'avions qui se présentent pendant une unité de temps :

- à l'atterrissage ou au décollage sur le système de piste(s),
- à l'entrée dans le réseau des voies de circulation lors du roulage,

- à l'entrée dans les aires de stationnement lors du traitement au sol des avions.

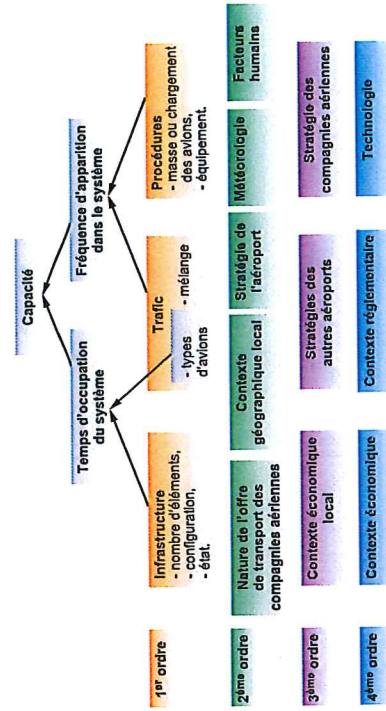
À l'issue du traitement, et après un temps égal au temps minimum nécessaire au traitement (appelé aussi temps d'occupation du système), l'avion sort du système. Il a alors fini :

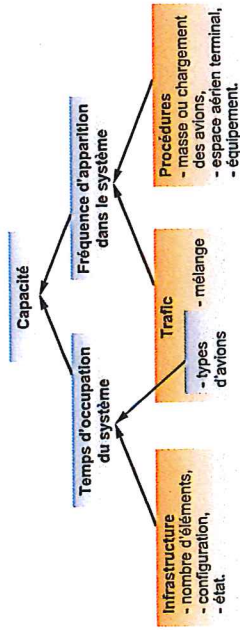
- de décoller ou d'atterrir,
- de rouler pour entrer sur la piste ou sur les aires de stationnement,
- de stationner pour commencer le roulage qui le mène à la piste de décollage.

L'organigramme précédent présente l'ensemble des groupes de paramètres qui ont une influence sur le niveau de capacité côté piste.

Les facteurs de premier ordre regroupent les composants techniques qui ont un impact direct sur le temps d'occupation du système et sur la fréquence d'apparition dans le système. Ce sont les facteurs sur lesquels le planificateur peut agir, dans la limite des règles de sécurité.

➤ Dans certains cas, l'adoption de « planificateur » ou de « simulateur » ou de « logiciel » qui établit la planification des infrastructures et de l'activité, ainsi que les documents nécessaires, compte tenu de la stratégie de l'ensemble des acteurs concernés.





Les facteurs de deuxième ordre ont une influence directe sur les facteurs de premier ordre. Ils relient en partie du planificateur et de la stratégie de l'aéroport concerné.

Les facteurs de troisième et quatrième ordres ont une influence sur, respectivement, les facteurs de deuxième et troisième ordres. Ils relèvent de stratégies plus globales (au moins au niveau national). Le niveau d'influence du planificateur s'amoindrit du 1er au 4^e ordre et dépend du niveau d'influence du planificateur (local ou national).

Dans les paragraphes suivants, l'organigramme général présenté page précédente, ainsi que les influences entre facteurs, sont détaillées par niveau d'ordre.

2.1.1. Analyse des facteurs de premier ordre: évaluation de la capacité horaire technique

Les facteurs de premier ordre regroupent les composants techniques qui ont un impact direct sur le temps d'occupation du système (piste(s), voies de

circulation ou aire(s) de stationnement) et sur la fréquence d'apparition dans le système. Ce sont les facteurs sur lesquels le planificateur peut agir le plus.

Les principaux facteurs ayant un impact direct sur le niveau de la capacité technique sont:

- l'infrastructure: nombre, configuration et état des éléments (piste(s), sortie(s), voies de circulation, aire(s) de stationnement)
- le trafic: nature, mélange entre les catégories d'avions, mélange entre arrivées et départs,
- les procédures: elles concernent les éléments qui induisent un espacement temporel ou spatial des avions. Certaines sont réglementaires et nécessaires pour des raisons de sécurité. D'autres sont dépendantes des caractéristiques locales et des contraintes opérationnelles. Elles dépendent notamment de l'organisation des flux d'arrivées et de départs dans l'espace aérien terminal, et du niveau d'équipement de l'aéroport (radar, radar sol, ILS...).

2.1.1.1. Facteurs de premier ordre du système de piste(s)

Le nombre d'avions traités par le système de piste(s) pendant une heure dépend du temps résultant de l'espacement entre avions en raison des procédures réglementaires et du temps d'occupation de piste(s).

Les facteurs de premier ordre qui ont une influence sur le temps d'occupation de piste et sur la fréquence d'atterrissages et de décollages sont décrits pour les trois types de séquences suivantes:

- pour une séquence d'avions qui atterrissent,
- pour une séquence d'avions qui décollent,
- pour une séquence d'avions qui enchaînent tout à tour atterrissages et décollages.

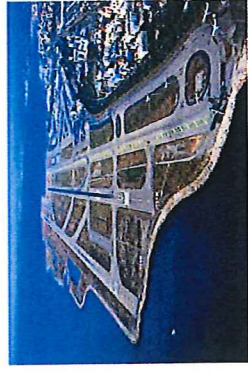
La description des facteurs de premier ordre de chaque séquence sera faite pour les principaux types de systèmes de pistes suivants:

- système de piste unique,
- doublet de pistes: pistes parallèles rapprochées,
- pistes parallèles éloignées,
- système de pistes convergentes,
- système de pistes sécantes.

2.1.1.1.1. Différents systèmes de piste(s) envisagés

Les différents systèmes de pistes envisagés dans le présent manuel sont:

- système de piste unique,
- doublet de pistes: pistes parallèles rapprochées,
- pistes parallèles éloignées,
- système de pistes convergentes,
- système de pistes sécantes.



Laire de manœuvre de l'aéroport Nîmes-Côte-d'Azur

2.1.1.1.1.1. Système de piste unique

Ce système de piste n'est constitué que d'une seule piste sur laquelle se font les atterrissages et les décollages.

2.1.1.1.1.2. Systèmes de pistes parallèles

Les doublets de pistes parallèles sont caractérisés, d'une part par l'écartement de l'axe de pistes (doublet rapproché ou éloigné), d'autre part par l'utilisation prévue des pistes (doublet de pistes spécialisées, doublet banalisé, doublet de pistes de catégories différentes, utilisées à vue ou aux instruments). Les fonctionnements décrits pour le système de pistes parallèles sont valables pour les systèmes de pistes quasi-parallèles, c'est-à-dire pour un angle de moins de 15°. Dans la suite du document, les fonctionnements décrits pour les systèmes parallèles sont tacitement valables pour les systèmes de pistes quasi-parallèles.

Il existe deux principaux types de systèmes parallèles:

- doublet de pistes: pistes parallèles rapprochées,
- pistes parallèles éloignées.



Les pistes sécantes de l'aéroport de Bâle-Mulhouse



Les pistes sécantes de l'aéroport de Saint-Denis-Gillot

2.1.1.1.3. Systèmes de pistes sécantes

Ces systèmes de pistes sont constitués de deux pistes sécantes.

2.1.1.1.4. Modes d'exploitation possibles des systèmes de pistes parallèles

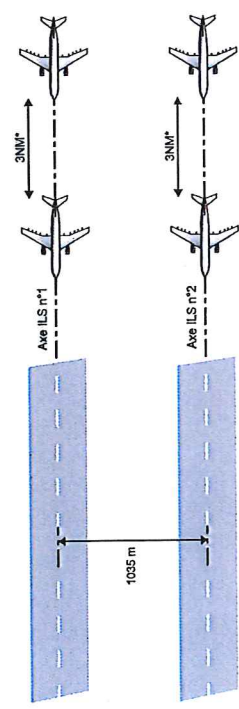
Les atterrissages et les décollages s'effectuent indifféremment sur l'une ou l'autre piste.

Parmi les fonctionnements possibles d'un système de pistes parallèles banalisées, trois modes sont identifiés. Leur utilisation dépend de la distance entre les axes de pistes (cf. 2.1.1.1.5. Les caractéristiques des systèmes de pistes parallèles):

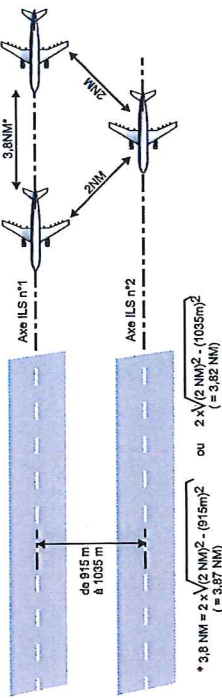
Mode 1: approches indépendantes. Il s'agit d'approches effectuées simultanément en direction de pistes parallèles sans que les avions utilisent les ILS adjacents soient soumis à une séparation radar minimale.

La séparation entre avions ne concerne que les avions se trouvant sur un même axe ILS (séparation standard entre avions suivant la masse maximale au décollage).

Mode 2: approches interdépendantes. Il s'agit d'approches effectuées simultanément en direction de pistes parallèles avec imposition d'une séparation radar minimale aux avions utilisant les ILS adjacents.



* Les espacements de 3NM sont ceux respectés pour les raisons de turbulences de sillages ou de séparation des avions. Ils sont indiqués dans les schémas mais sont supérieurs entre des avions de tonnages différents (cf. PCA 3, paragraphe 5.6.6.2.1). Ils peuvent être réduits à 2,5 NM dans certaines conditions (cf. procédures n° 8 de l'annexe 5; procédures nûres recommandées par APATSII).



* 3,8 NM = $2 \times \sqrt{(2 \text{ NM})^2 - (915 \text{ m})^2}$ (= 3,87 NM) ou $2 \times \sqrt{(2 \text{ NM})^2 - (1035 \text{ m})^2}$ (= 3,82 NM)

La séparation entre avions concerne les avions se trouvant sur un même axe ILS (séparation standard entre avions suivant la masse maximale au décollage) et les avions sur les axes ILS adjacents. Dans ce dernier cas, la séparation est de 2NM.

Mode 3: départs indépendants. Il s'agit des départs simultanés d'avions décollant dans le même sens à partir de pistes parallèles.

Système de pistes spécialisées

L'une des pistes du système est réservée exclusivement aux atterrissages tandis que l'autre n'est utilisée que pour les décollages. Cette spécialisation peut être valable quel que soit le QFU (dans ce cas, la piste réservée aux atterrissages peut être plus courte) ou associée à un QFU. Elle constitue le quatrième mode d'exploitation d'un système de pistes parallèles (mode 4).

Système de pistes parallèles de catégories différentes

La piste principale est destinée à une certaine catégorie d'aéronefs (commerciaux, rapides, réacteurs, etc.). La piste secondaire est destinée aux autres catégories. Cette disposition de pistes est fréquemment adoptée sur les aérodromes où l'aviation légère est importante.

2.1.1.1.5. Caractéristiques des systèmes de pistes parallèles

Les spécifications physiques sont données par l'annexe 14-volume 1 de l'OACI, et repris dans le CHEA.

Pistes parallèles éloignées

Les recommandations suivantes caractérisent les pistes parallèles éloignées. Dans ce cas, les atterrissages et les décollages ont lieu simultanément. Dans les conditions spécifiées dans les PANS-ATM (Doc4444) et dans les PANS-QPS (Doc8168), volume 1, il est recommandé que la

distance minimale entre les axes de piste soit de:

- 1035 m, 1310 m, 1525 m (selon l'équipement radar) pour les approches parallèles indépendantes;
- 915 m pour les approches parallèles interdépendantes;
- 760 m pour les départs parallèles indépendants;
- 760 m pour les mouvements parallèles sur les pistes spécialisées.

Dans le cas des mouvements parallèles sur pistes spécialisées, la distance minimale spécifiée:

- peut-être réduite de 30 m par tranche de 150 m de décalage de la piste d'arrivée vers l'amont, jusqu'à un minimum de 500 m;
- devrait être augmentée de 30 m par tranche de 150 m de décalage de la piste d'arrivée vers l'aval.

Lorsque les distances entre axes de pistes sont conformes aux recommandations précédentes, les contraintes opérationnelles (aides de navigation et trajectoires) sont les suivantes:

- Des pistes parallèles peuvent être utilisées pour des départs aux instruments indépendants de la façon suivante:
 - les trajectoires de départ divergent d'au moins 15 degrés immédiatement après le décollage;
 - on dispose d'un radar de surveillance approprié, capable d'identifier les aéronefs à moins de 2 km (1,0 NM) de l'extrémité de la piste;
 - des procédures opérationnelles ATS garantissent que la divergence prescrite pour les trajectoires de départ est assurée.
- Des approches parallèles indépendantes peuvent être effectuées sur des pistes parallèles, sous réserve des conditions suivantes:



Pistes parallèles éloignées

<p>Mode 1 3 4</p> <p>- approches indépendantes, - décollages indépendants, - décollages et atterrissages simultanés.</p> <p>Le fonctionnement peut être spécialisé.</p>	
<p>Mode 2 3 4</p> <p>- approches interdépendantes, - décollages indépendants, - décollages et atterrissages simultanés.</p> <p>Le fonctionnement peut être spécialisé.</p>	

<p>Mode 3 4</p> <p>- approches dépendantes, - décollages indépendants, - décollages et atterrissages simultanés.</p> <p>Le fonctionnement peut être spécialisé.</p>	
<p>Mode 4</p> <p>Le fonctionnement est spécialisé : - approches sur une piste, - décollages sur l'autre piste, - décollages et atterrissages simultanés</p>	

- si la distance entre les axes des pistes est inférieure à 1310 m mais égale ou supérieure à 1035 m, on dispose d'un radar secondaire de surveillance (SSR) approprié, avec une précision minimale en azimut de 0,06 degré (un sigma), une période de mise à jour de 2,5 secondes ou moins et un affichage haute résolution offrant une fonction de prévision des positions et une fonction d'alerte en cas d'écart; ou

- si la distance entre les axes de pistes est inférieure à 1525 m mais égale ou supérieure à 1310 m, un SSR dont les spécifications sont différentes de celles qui précèdent peut être utilisé s'il est déterminé que cela ne compromettrait pas la sécurité des opérations aériennes; ou

- si la distance entre les axes de piste est égale ou supérieure à 1525 m, on dispose d'un radar de surveillance approprié, avec une précision minimale en azimut de 0,3 degré (un sigma) et une période de mise à jour de 5 secondes ou moins.

- les trajectoires d'approche interrompue divergent, l'une par rapport à l'autre, d'un angle au moins égal à 30 degrés.

- Pour la famille de doublets de pistes éloignées

d'au moins 760 m, permettant des mouvements parallèles sur pistes spécialisées, les contraintes opérationnelles (radar et trajectoires) suivantes doivent aussi être respectées :

- la trajectoire de départ nominale diverge d'au moins 30 degrés, immédiatement après le décollage, par rapport à la trajectoire d'approche interrompue de la procédure d'approche adjacente.

Doublet rapproché

En deçà des limites fixées précédemment, le doublet de pistes est dit rapproché. Dans certaines conditions d'exploitation permettant de réduire les espaces entre avions (cf. description de la réduction des espaces aux 2.1.1.2.2., 2.1.1.3.2. et 2.1.1.4.), les atterrissages et les décollages peuvent avoir lieu simultanément. En revanche, si les contrôleurs dans la tour ne voient pas les avions en finale et les avions au décollage, les atterrissages et les décollages ne peuvent pas avoir lieu simultanément.

Les tableaux suivants présentent l'ensemble des contraintes physiques et opérationnelles inhérentes à chaque type de système de pistes parallèles (éloignées ou rapprochées, et les modes d'exploitation possibles modes 1 à 4).

Doublet rapproché

<p>Mode 4</p> <p>Le fonctionnement est spécialisé : - approches sur une piste, - décollages sur l'autre piste, - décollages et atterrissages dépendants</p>	
<p>Mode 4</p> <p>Application de la réduction des espaces Le fonctionnement est spécialisé : - approches sur une piste, - décollages et atterrissages indépendants</p>	

* Les espacements de 3NM sont ceux respectés pour les raisons de turbulences de sillages ou de séparation radar, ils sont indicatifs dans ces schémas, mais sont supérieurs entre des avions de tonnages différents (cf. RCA 3 - paragraphe 5.6.6.2.1.). Ils peuvent être réduits à 2,5 NM dans certaines conditions (cf. procédures n° 8 de l'annexe 5 : procédures mûres recommandées par AFA/ATIS)



Avion à l'atterrissage sur l'aéroport de Nice-Côte-d'Azur

2.1.1.1.2. Les facteurs de premier ordre pour une séquence d'avions atterrissant

2.1.1.1.2.1. L'influence de l'infrastructure et des performances des avions : détermination du temps d'occupation de piste (TOP)

Le temps d'occupation de piste(s) (TOP) à l'atterrissage est le temps compris entre les deux événements suivants :

1. L'avion passe au-dessus du seuil de piste.
2. L'avion quitte la piste et passe le point situé à 90 m mètres de l'axe de piste (il dégage les servitudes).

Nous allons voir que le TOP dépend de l'infrastructure et des caractéristiques des avions qui fréquentent la piste.

Le cas : la distance de freinage est inférieure à la distance entre le seuil de piste et la bretelle de sortie. Le schéma 1 donne la décomposition du temps d'occupation de piste à l'arrivée.

On peut distinguer :

- le temps nécessaire à la distance d'atterrissage,
 - le temps de roulage jusqu'à la bretelle de sortie,
 - le temps de roulage pour la sortie (sur la bretelle).
- La distance d'atterrissage est donnée par les constructeurs d'avion. Elle dépend de la masse de chargement de l'avion, de sa vitesse d'approche, et du freinage⁶.

Le temps de roulage jusqu'à la bretelle de sortie et le temps de roulage pour la sortie dépendent de la vitesse de roulage de l'avion et de la position de la bretelle de sortie.

2^e cas : la distance de freinage est supérieure à la distance entre le seuil de piste et la bretelle de sortie. Le schéma 2 présente un cas extrême de positionnement de bretelle lorsque la distance d'atterrissage est plus grande que la distance entre le seuil de piste et la bretelle de sortie. C'est-à-dire que le freinage de l'avion n'est pas suffisant pour lui permettre de sortir à la bretelle en question. Ce cas a lieu lorsqu'il y a peu de bretelles de sortie ou qu'elles sont mal positionnées pour l'avion considéré.

Dans ce cas, la décomposition du temps d'occupation de piste à l'arrivée devient :

- le temps nécessaire pour parcourir la distance d'atterrissage,
- le temps de roulage jusqu'à la bretelle de sortie, se décomposant en :
 - temps de roulage jusqu'à la raquette de

retournement.

- temps de demi-tour,
- temps de roulage entre la raquette et la bretelle de sortie,
- le temps de roulage pour la sortie (sur la bretelle).

Le TOP peut alors être très important puisqu'un demi-tour prend entre 50 et 60 secondes, et que la vitesse de roulage sur piste est comprise entre 8 à 15 kts, soit 4 à 8 mètres par seconde.

Les principaux paramètres présentés ici sont donc :

- la distance de freinage de l'avion qui dépend de la masse, de la vitesse d'approche, des perfor- mances au freinage et de la vitesse de sortie,
- la position de la bretelle de sortie,
- la configuration de la sortie : sortie droite ou rapide.

La possibilité de diminuer le TOP pour augmenter ou adapter la capacité technique dépend du point de vue et de l'objectif de l'analyse (point de vue de la planification aéroportuaire et point de vue opé- rationnel).

D'un point de vue de la planification aéroportuaire, la distance de freinage est un donné sur laquelle on ne peut agir vraiment. Il est possible de

7 Les 50 mètres retenus concernent le déchargement des servitudes pour l'exploitation des pistes aux instruments en caté- gories I. Cette distance est de 75 mètres pour les pistes utili- sées à vue, et de 150 mètres pour l'exploitation des pistes aux instruments en catégorie III.
8 Nous renvoyons à l'annexe 2.1.2. L'analyse des fac- teurs de 2^e ordre que le freinage dépend aussi de l'état de la piste (météorologie) et des recommandations des compagnies en matière de confort du passager à l'atterrissage (facteurs humains).

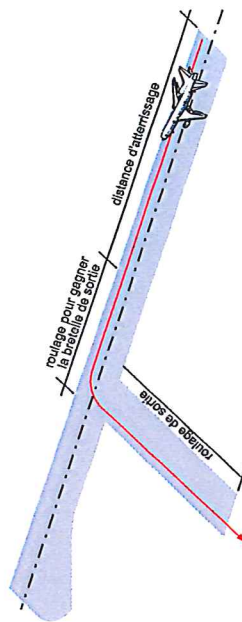


Schéma 1

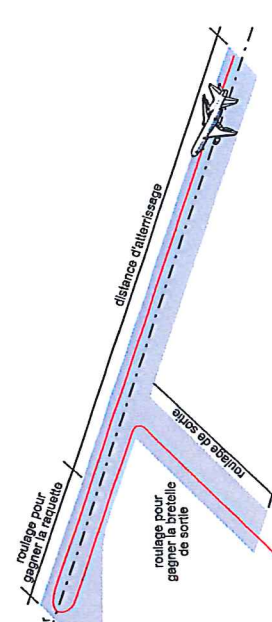


Schéma 2

la diminuer en envisageant une bretelle de sortie rapide. La vitesse de sortie de l'avion est alors plus élevée, et la distance nécessaire entre le poser des roues et la sortie est donc plus courte. Les vitesses de déchargement sur une sortie rapide sont d'environ 30 kts sur piste sèche, même si elles permettent en théorie des vitesses de 50 kts. Par temps humide, elle est d'environ 15 kts. Les vitesses pratiquées sur une piste droite varient de 5 à 10 kts. Sinon le planificateur a peu de marge de manœuvre sur les performances des avions.

Il peut en revanche diminuer le TOP en prévoyant la construction d'une sortie à une distance suffi- samment grande pour que l'avion puisse l'em- prunter sans qu'il ait à faire demi-tour. Dans ce cas, il doit prévoir de la situer à une distance du

seuil de piste supérieure à la distance de freinage de l'avion considéré. Cette distance peut aussi être optimale en réduisant le plus possible le temps de roulage pour gagner la sortie.

Cet exercice ne peut être fait que pour un type d'avions. Il est donc préférable de positionner une bretelle de sortie pour un avion de catégorie bien définie. En général, les trois types d'avions retenus sont : les avions de type turbo-propulseurs (ATR42, Emb120), les jets (Emb145, CRJ, A320, B737...) et les gros porteurs (B747, A340...).

Une infrastructure bien optimisée présente en général trois sorties rapides positionnées à environ 1300/1500, 1700/1900 et 2100/2400 mètres du seuil de piste.

En conclusion et pour un planificateur:
 1. le positionnement des bretelles de sortie est très important pour minimiser le TOP. La localisation d'une bretelle devrait permettre de:

- éviter les configurations représentées par le schéma 2 (p. 34) afin d'éviter les demi-tours sur piste.
- minimiser le temps de roulage pour gagner la bretelle de sortie dans la configuration représentée par le schéma 1 (p. 33).

2. par ailleurs, la forme de la bretelle de sortie et notamment l'utilisation de sortie rapide permettent de:

- diminuer la distance d'atterrissage.
- diminuer le temps de roulage de sortie en raison d'une vitesse de sortie plus élevée.

Ces recommandations dépendent de l'infrastructure, et notamment de la distance entre piste et voies de circulation qui doit être suffisante pour permettre aux avions de déceler.

D'un point de vue opérationnel, lorsque l'infrastructure ne peut évoluer mais que les sorties sont relativement bien placées, il est nécessaire d'émettre des recommandations aux pilotes afin qu'ils utilisent la sortie la mieux adaptée aux performances de leur avion. Ainsi, en diminuant la distance d'atterrissage et le temps de roulage pour gagner la bretelle de sortie, ils contribuent à diminuer le TOP (cf. 2.1.2. analyse des facteurs de 2^e ordre, paragraphe facteurs humains). Sur certains aéroports européens, des groupes de travail techniques avec les pilotes permettent de les sensibiliser au TOP et de leur recommander l'utilisation des bretelles optimales.

2.1.1.1.2.2. Influence des procédures et des caractéristiques des avions : détermination de la fréquence d'atterrissage pour une piste dédiée aux atterrissages

2.1.1.2.2.1. Cas général
 Les procédures sont les règles, imposées aux pilotes, qui induisent des séparations temporelles ou spatiales entre avions pour assurer leur sécurité et éviter les collisions. Certaines sont réglementaires d'autres propres à la plate-forme. Cette partie présente celles qui influent sur la capacité côté piste pour une piste dédiée aux atterrissages. L'influence des procédures est la même pour chacune des pistes dédiées aux atterrissages d'un doublet éloigné bonalisé, pour la piste dédiée aux atterrissages d'un doublet éloigné spécialisé, d'un doublet rapproché spécialisé et d'un système de pistes



Bretelle de sortie rapide de l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle

sécantes ou convergentes de plus de 15°. Dans le cas d'un doublet éloigné bonalisé, la fréquence d'atterrissage est double de celle d'une seule piste dédiée aux atterrissages.

Les principales procédures réglementaires, et nécessaires pour des raisons de sécurité, sont:

- les espacements nécessaires pour les turbulences de sillage,
- l'espacement radar.

Les principales procédures liées au contexte local, et dépendantes aussi des règles de sécurité, sont:

- la longueur d'approche finale,
- la limite d'autorisation d'atterrir,
- le verrou.

Les procédures réglementaires

Les procédures réglementaires sont édictées par le Règlement de la Circulation Aérienne — fascicule n° 3 (RCA3).

Les minima d'espacement résultant des turbulences de sillage à appliquer entre deux aéronefs en vol sont exprimés en temps (minutes, ou secondes). Si l'aéroport est équipé d'un radar, ils peuvent alors être appliqués en distance (nautical miles-NM).

Les minima d'espacement résultant des turbulences de sillage à appliquer entre deux aéronefs en vol, et donc à l'arrivée sont explicités dans le tableau suivant et sont issus du Règlement de la Circulation Aérienne-fascicule n° 3 paragraphe 5.6.6.2.1 (RCA3 - 5.6.6.2.1.).

Les minima d'espacement résultant des turbulences de sillage à appliquer entre deux aéronefs au départ sont différents (cf. détails au paragraphe 2.1.1.1.3.2.).

Lorsque l'aéroport est équipé d'un radar, ces espacements sont remplacés par des séparations radar exprimées en NM (RCA3 - 10.6.5.2.4):

Les caractéristiques locales en matière de procédures

La longueur d'approche finale est la trajectoire que les avions suivent afin d'atteindre le seuil de piste. Son origine est en général située à une distance comprise entre 6 et 10 NM du seuil de piste. Les séparations pour turbulences de sillage s'appliquent entre les avions sur cette trajectoire.

La limite d'autorisation d'atterrir est un point situé à environ 2 NM sur la trajectoire d'approche finale à partir duquel l'avion est autorisé à atterrir et devient prioritaire sur l'utilisation de la piste.

Le verrou est un point fictif situé en amont du seuil de piste sur la trajectoire d'approche finale à partir duquel les arrivées sont prioritaires. L'espacement minimal à appliquer entre un avion à l'atterrissage et un avion au départ correspond à la distance entre le verrou et le seuil de piste. En d'autres termes, il est positionné de façon à ce qu'un avion autorisé à décoller ou à traverser la piste ait dégagé la piste au moment où l'avion à l'atterrissage arrive à la limite d'autorisation d'atterrir. Dans ce cas, ce dernier peut recevoir sa clearance d'atterrissage dans la mesure où la piste est dégagée (conformément au RCA3 - 5.6.6.1 : il ne

doit pas être délivré de clearance d'atterrissage à un aéronef tant que l'aéronef qui le précède n'a pas franchi l'extrémité de piste ou amorcé un virage). La clearance de décollage ou de traversée de piste est donnée tant que l'avion à l'atterrissage n'a pas atteint le verrou.

L'avion à l'approche parcourt la longueur d'approche finale avec sa propre vitesse d'approche qui dépend du type d'avion. À partir du point de toucher des roues, il décélère jusqu'à la sortie. Ce temps de freinage dépend de la distance d'atterrissage de l'avion donnée par le constructeur, ainsi que de la distance que l'avion doit parcourir afin d'atteindre la sortie, comme nous l'avons décrit en 2.1.1.1.2.1.

La longueur d'atterrissage peut aussi être plus élevée en raison de l'état de la piste. Si celle-ci est mouillée, la distance de freinage est plus longue. Ainsi, un type d'avions peut manquer une sortie utilisée normalement sur piste sèche. Des marges supplémentaires entre avions sont en général appliquées afin de prendre en compte cet éventuel temps supplémentaire.

Le schéma A représente l'enchaînement à l'atterrissage de deux avions pour lesquels il n'y a pas de séparation supplémentaire pour turbulences de sillage. L'espacement radar est minimum, soit 3 NM.

Minima d'espacement résultant des turbulences de sillage à appliquer entre deux aéronefs à l'arrivée (RCA3-3-5.6.6.2.1.)

Avion suivant		Light	Medium	Heavy
Avion de tête	MTOW ≤ 71 (*)	71 < MTOW ≤ 136 t (*)	MTOW > 136 t (*)	
Light	180 s			
Medium	180 s			
Heavy	120 s			

(*) pas de contrainte d'espacement due à la turbulence de sillage
 MTOW: Maximum Take-Off Weight

Minima d'espacement résultant des turbulences de sillage à appliquer entre deux aéronefs à l'arrivée (RCA3-3-5.6.6.2.1.) exprimées en NM (RCA3 - 10.6.5.2.4)

Avion suivant		Light	Medium	Heavy
Avion de tête	MTOW ≤ 71 (*)	71 < MTOW ≤ 136 t (*)	MTOW > 136 t (*)	
Light	4 NM			
Medium	4 NM			
Heavy	6 NM			

(*) pas de contrainte d'espacement due à la turbulence de sillage
 MTOW: Maximum Take-Off Weight

Le schéma B représente la même situation mais pour laquelle la séparation pour turbulences de sillage est maximale, soit 6 NM.

2.1.1.1.2.2. réduction des espacements

Le paragraphe 5.6.6.3. du RCA prévoit de réduire les espacements entre avions dans certaines conditions. Ainsi, des minima inférieurs à ceux mentionnés précédemment peuvent être prescrits par l'autorité compétente des services de la circulation aérienne après consultation des principaux exploitants utilisant l'aérodrome et en tenant compte de facteurs tels que :

- la longueur de la piste ;
 - la configuration de l'aérodrome ;
 - les types d'aéronefs.
- Ces minima réduits ne s'appliquent pas :
- entre un aéronef au départ et un aéronef à l'arrivée qui le précède ;
 - la nuit ;
 - lorsque l'efficacité du freinage peut être réduite par des résidus de précipitations sur la piste ;
 - lorsque les conditions météorologiques ne permettent pas à l'aéronef d'évaluer à l'avance les conditions de circulation sur la piste.

Les conditions d'exploitations doivent être :

- la piste doit être sèche ;
- Les distances le long de la piste doivent pouvoir être appréciées depuis la position de travail du contrôleur par rapport à des repères appropriés ;
- La visibilité minimale est fixée à une valeur supérieure ou égale à 5 km. La hauteur minimale de la base des nuages est fixée à une valeur supérieure ou égale à 300 m (1 000 pieds) ;
- Cependant pour un aérodrôme où se déroulent des vols VFR de monomoteurs à hélice des valeurs plus basses peuvent être fixées pour les conditions météorologiques.

Les valeurs d'espacement sont :

- un aéronef peut recevoir une clairance d'atterrissage après un autre atterrissage ou un autre décollage, ou une clairance de décollage après un autre décollage si l'aéronef qui le précède sur la piste laisse disponible une longueur de piste d'au moins 2 500m. Cette distance peut être réduite à 2 000 m si l'aéronef précédent effectue un décollage et a effectivement décollé ;
- ces valeurs peuvent être ramenées respectivement à 2 000 m et 1 500 m si l'aéronef qui reçoit



Avion à l'atterrissage - haléage au premier plan

la clairance est un bimoteur à hélices de moins de 7 000 kg et l'aéronef qui le précède est un monomoteur à hélice ou un bimoteur à hélices de moins de 7 000 kg ;

- ces valeurs peuvent être ramenées respectivement à 1 000 m et au décollage effectif de l'aéronef précédent si les deux aéronefs sont des monomoteurs à hélice en vol VFR ;
- la valeur de 1 000 m du paragraphe précédent peut, après étude particulière, être ramenée à une fois et demi la longueur maximale d'atterrissage des aéronefs fréquentant habituellement l'aérodrome.

2.1.1.1.2.3. clairance anticipée

Le paragraphe 5.6.6.4. du RCA prévoit la possibilité de délivrer une clairance anticipée à un avion à l'arrivée dans certaines conditions. Le contrôleur ne donne la clairance d'atterrissage ou de décollage que lorsqu'il est sûr que les espacements spécifiés dans le cas général, décrit 2.1.1.1.2.2.1., et dans le cas de la réduction des espacements, décrit au 2.1.1.1.2.2., seront respectés au moment où l'aéronef franchira le seuil de la piste à l'arrivée ou amorcera son décollage.

La procédure dite d'atterrissage derrière permet que lorsque deux aéronefs à l'arrivée se suivent, le deuxième peut recevoir une clairance d'atterrissage avant que l'espacement prescrit dans le cas général ou lors de la réduction des espacements ne soit effectif à condition que :

- ce soit pendant le jour ;
- la visibilité soit supérieure ou égale à 300 m (1 000 pieds) ;
- le deuxième aéronef soit prévenu et confirme voir le premier aéronef ;
- le contrôleur soit raisonnablement sûr que les espacements spécifiés dans le cas général ou en réduisant les espacements seront respectés au moment où le deuxième aéronef franchira le seuil de piste à l'arrivée.

L'avion de tête parcourt la distance entre le point de limite d'autorisation d'atterrir et le seuil de piste. Lorsque l'avion de tête dégage la piste et que le système est libre, le temps que met l'avion suivant peut être plus important que celui décrit dans le cas idéal (de la limite d'autorisation d'atterrir à la sortie). Pour des raisons de turbulences de sillage, l'avion suivant peut effectivement être plus éloigné de l'avion précédent si ce dernier est plus lourd.

La capacité horaire est le nombre d'avions qui s'enchaînent sur une heure. La capacité technique horaire est supérieure dans le cas où le flux d'avions à l'arrivée est composé d'avions de même catégorie car il n'y a pas de distance supplémentaire due à la séparation pour turbulences de sillage.

Le bureau APATSI (Aéroport Air Traffic Services Intraflight) de la CEAC (Communauté européenne de l'aviation civile) a formulé des recommandations concernant l'application possible de procédures aériennes à l'approche améliorant la capacité horaire technique. Elles ont été mises en place sur certains aéroports européens, et peuvent, dans certaines conditions, être appliquées aux autres aéroports de la communauté européenne. Elles sont décrites à l'annexe 5 : les procédures, mètres recommandées par APATSI. Celles qui concernent les séquences d'avions qui se succèdent à l'atterrissage sont les n° 1, 2, 6, 8, 9, 10 et 15.

2.1.1.1.2.3. Influence des procédures et des caractéristiques des avions : détermination de la fréquence d'atterrissage pour deux pistes interdépendantes pour les approches d'un doublet éloigné.

Les procédures, sont les règles, imposées aux pilotes, qui induisent des séparations temporelles ou spatiales entre avions pour assurer leur sécurité et éviter les collisions. Pour des avions qui atterrissent, elles ont été décrites en 2.1.1.1.2.2. L'in-

fluence des procédures et des caractéristiques des avions : détermination de la fréquence d'atterrissage pour une piste dédiée aux atterrissages.

Au 2.1.1.1.2.2. Les caractéristiques des systèmes de pistes parallèles, il est précisé que pour des pistes dont la distance entre les axes est comprise entre 915 m et 1035 m, les approches sur chaque axe d'ILS sont interdépendantes.

Au 2.1.1.1.2.1. Les modes d'exploitation possibles des pistes parallèles, il est précisé que dans ce mode d'exploitation (mode 2 : approches interdépendantes), une séparation radar minimale de 2NM entre avions utilisant les ILS adjacents simultanément en direction des pistes parallèles est imposée.

Cette procédure s'ajoute à celles décrites au 2.1.1.1.2.2. L'influence des procédures et des caractéristiques des avions : détermination de la fréquence d'atterrissage pour une piste dédiée aux atterrissages.

Pour deux pistes interdépendantes pour les approches d'un système de pistes parallèles éloignées, les principales procédures réglementaires, et nécessaires pour des raisons de sécurité, sont donc :

- les espacements nécessaires pour les turbulences de sillage entre les avions effectuant une approche sur un même axe ILS,
- l'espacement de 2NM nécessaires pour les turbulences de sillage entre les avions utilisant les ILS adjacents simultanément en direction des pistes parallèles,
- l'espacement radar.

Les principales procédures liées au contexte local, et dépendantes aussi des règles de sécurité, sont :

- la longueur d'approche finale,
- la limite d'autorisation d'atterrir,
- le verrou.

La contrainte supplémentaire d'espacement de 2NM entre les avions utilisant les ILS adjacents simultanément en direction des pistes parallèles induit une distance d'environ 3,8 NM entre les avions qui se suivent sur le même axe ILS.

Ainsi, lorsque la séparation due aux turbulences de sillage et la séparation radar induisent en théorie un espacement de 3 NM (cf. 2.1.1.1.2.2. L'influence des procédures et des caractéristiques des avions; détermination de la fréquence d'atterrissage pour une piste dédiée aux atterrissages — les procédures réglementaires) sur le même axe ILS, ces deux avions doivent être séparés de 3,8 NM. La contrainte supplémentaire augmente donc la distance entre les avions qui se suivent sur le même axe ILS. Elle augmente ainsi le temps entre ces deux avions et diminue donc la capacité technique horaire à l'arrivée de chacune des pistes parallèles interdépendantes d'environ 25 %. La capacité technique horaire à l'arrivée du doublet est donc de 1,5 fois celle d'une piste unique.

Lorsque la séparation due aux turbulences de sillage induit en théorie un espacement supérieur à 3 NM (soit 4, 5 ou 6 NM en fonction des types d'avions qui se suivent, cf. 2.1.1.1.2.2. L'influence des procédures et des caractéristiques des avions; détermination de la fréquence d'atterrissage pour une piste dédiée aux atterrissages — les procédures réglementaires) sur le même axe ILS, la contrainte



Voies de circulation de l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle

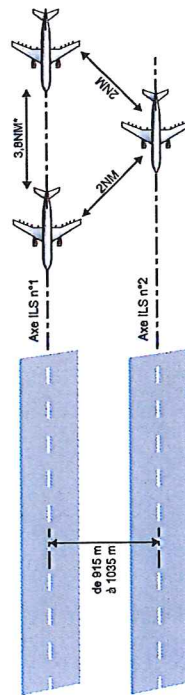
supplémentaire n'a pas d'influence sur la capacité technique horaire à l'arrivée.

La capacité horaire technique à l'arrivée du doublet est donc double de celle d'une piste unique.

2.1.1.1.3. Facteurs de premier ordre pour une séquence d'avions qui décollent

2.1.1.1.3.1. Influence de l'infrastructure et des performances des avions au décollage: détermination du temps d'occupation de piste (TOP)

Nous allons voir que, comme dans le cas des avions à l'atterrissage, ce TOP dépend de l'infrastructure et des caractéristiques des avions qui fréquentent la piste.



* 3,8 NM est obtenu à partir du calcul suivant : $2 \cdot \sqrt{2^2 - 0,6^2}$ et $2 \times \sqrt{2^2 - 0,6^2}$ comme la distance entre les axes est comprise entre 915 et 1035 m, la distance entre les avions du même axe ILS est comprise entre 3,87 à 3,82 m NM

1er cas : la distance au décollage est inférieure à la distance entre la bretelle et le seuil de piste
Le schéma 1 décrit cette situation pour laquelle le TOP au départ se décompose en :

- temps de roulage pour l'alignement;
- temps de parcours de la distance au décollage, quitte le sol et le moment où les roues ont quitté le sol et le moment où l'avion franchit le seuil de piste;

2e cas : la distance au décollage est supérieure à la distance entre la bretelle et le seuil de piste
Le schéma 2 présente cette situation pour laquelle le TOP au décollage se décompose en :

- temps de roulage pour l'alignement comprenant :
- le temps de roulage pour gagner la queue de retournement;

- le temps de demi-tour;
- temps de parcours de la distance au décollage, quitte le sol et le moment où les roues ont quitté le sol et le moment où l'avion franchit le seuil de piste.

Les principaux paramètres présentés ici sont donc :

- la distance de décollage de l'avion qui dépend de la masse, du chargement, de la vitesse de roulage de l'avion et de la vitesse de décollage, taux de montée;
- la position de la bretelle d'entrée sur la piste;
- la position d'une bretelle de retournement.

La possibilité de diminuer le TOP pour augmenter ou adapter la capacité technique varie selon que l'on se place du point de vue de la planification aéroportuaire ou point de vue opérationnel.

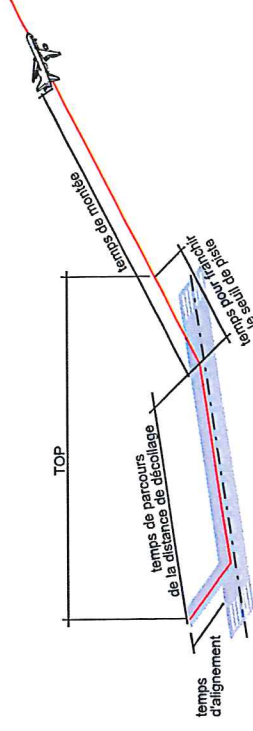


Schéma 1

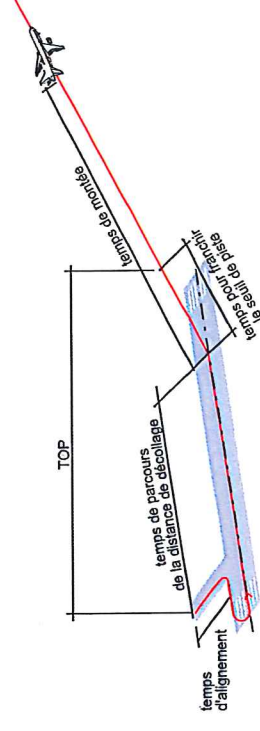


Schéma 2

Du point de vue de la planification aéroportuaire, la distance de décollage est une donnée sur laquelle on ne peut pas agir. Il n'est pas possible de la diminuer.

Le planificateur peut diminuer le TOP en prévoyant la construction d'une bretelle à une distance suffisamment courte pour que le temps entre le décollage des routes et le moment où l'avion franchit le seuil de piste soit le plus court possible. Cette recommandation doit prendre en compte la longueur de la piste et notamment doit respecter les distances minimales nécessaires au décollage⁹ (distance accélération-arrêt, distance de décollage, longueur de roulement au décollage).

Il doit surtout éviter que l'avion ait un demi-tour à effectuer en raison d'une mauvaise position des bretelles, situation évoquée dans le schéma n° 2. Deux procédures d'utilisation des infrastructures en vue de diminuer le TOP au décollage ont été observées en Europe (cf. annexe 5 : les procédures recommandées par APATSI procédures n° 4 et n° 5) et prennent en compte les aspects liés à l'infrastructure, cités ci-avant. La première concerne le multi-alignement d'avions au décollage, et la seconde concerne l'utilisation d'une intersection de deux pistes comme bretelle d'alimentation de la piste des avions au décollage (cf. le point de vue opérationnel ci-après).

Le multi-alignement permet le décollage d'avions positionnés sur des bretelles différentes d'alimentation. En effet, la position d'une bretelle d'alimentation n'est idéale que pour un type d'avions. Il est donc préférable de positionner une bretelle d'alimentation de piste pour un avion de catégorie bien définie. En général, trois types d'avions sont retenus : les avions de type turbo-propulseurs (ATR42, Emb120), les jets (Emb145, CRJ, A320, B737...) et les gros porteurs (B747, A340...).

Il est aussi à noter que le multi-alignement ne peut se faire que si l'infrastructure répond à certaines conditions. Ainsi, l'entraxe piste-voie de circulation parallèle doit être suffisant en vue de garantir la marge nécessaire derrière l'avion en attente au point d'arrêt afin de permettre le passage d'avions sur la voie de circulation parallèle. Sinon des blocages au sol auraient un impact sur la capacité des voies de circulation et de la piste.

Lorsqu'une bretelle est relativement bien positionnée et évite ainsi un demi-tour sur piste pour l'ali-

gnement de l'avion, la capacité technique dépend surtout du cadencement des départs. Ce cadencement résulte des procédures aériennes décrites dans le paragraphe 2.1.1.1.3.2.

En conclusion et pour un planificateur :

1. le positionnement des bretelles d'entrée sur piste est très important. La localisation d'une bretelle devrait permettre d'éviter la configuration représentée par le schéma 2 (p. 42) afin que les avions n'aient pas à faire de demi-tour pour l'alignement,
2. dans le cas où les demi-tours sont inévitables, il faut positionner une raquette de retournement à une distance suffisante pour permettre les décollages, mais suffisamment proche du seuil afin de diminuer le temps de roulage.
3. la construction d'une double voie de circulation parallèle à la piste permet d'optimiser les séquences d'avions au départ.

D'un point de vue opérationnel, lorsque l'infrastructure ne peut pas évoluer mais que les bretelles sont relativement bien placées, l'augmentation de la capacité technique au départ résulte d'améliorations des procédures aériennes (cf. paragraphe 2.1.1.1.3.2).

Il est aussi possible d'émettre des recommandations aux pilotes en vue de diminuer les temps de réactions aux clairances d'alignement et de décollage (cf. paragraphe sur les facteurs humains du 2.1.2.). En effet, les temps de réaction des pilotes peuvent augmenter le TOP au décollage dans le cas d'une attention détournée (check list...). Ces temps s'ajoutent de la façon suivante :

Ces temps de réaction peuvent être élevés. Pour les aéroports saurés où la capacité doit être maximale, chaque seconde gagnée de TOP est importante. Ainsi, Eurocontrol développe actuellement un programme de mesure de ces temps de réaction afin d'émettre des recommandations pour les diminuer¹⁰. Eurocontrol a ainsi édité un guide¹¹ et un manuel¹² d'augmentation de la capacité.

⁹ Cf. OPS 1.490 Décollage
¹⁰ à travers le projet P4 : Airside Capacity Enhancement de l'Airport Operation Program (programme des opérations aéroportuaires), cf. www.eurocontrol.int/Enhancing%20Capacity%20-%20a%20complete%20guide%20-%2015%20June%202003
¹¹ Enhancing Airside Capacity - une complète guide, Eurocontrol, 15 juin 2003.
¹² Airside capacity enhancement implementation manual, Eurocontrol, 14 octobre 2003.

Temps de réaction à la clairance d'alignement
 ↑
 Temps de réaction à la clairance de décollage

Temps de réaction à la clairance d'alignement
 ↑
 Temps de réaction à la clairance de décollage

Temps de réaction à la clairance d'alignement
 ↑
 Temps de réaction à la clairance de décollage

Dans le cas où les espacements réduits sont possibles (cf. 2.1.1.1.3.2.2., réduction des espacements) :

Temps de réaction à la clairance d'alignement
 ↑
 Temps de réaction à la clairance de décollage

Temps de réaction à la clairance d'alignement
 ↑
 Temps de réaction à la clairance de décollage

Au décollage, les principales recommandations sont :

- réaliser les check lists avant d'atteindre la barre d'arrêt,
- se préparer à réagir rapidement à la clairance de décollage,
- anticiper en suivant la séquence du trafic.

Sur les aéroports européens, les temps de réaction à la clairance de décollage ont été mesurés et sont en moyenne de 11 secondes. Il a été montré qu'il était

Recommandations ou meilleures pratiques pour diminuer les TOP au décollage :

- multi-alignement sur la piste : des avions sont alignés sur la piste et prêts à décoller à une distance suffisante prenant en compte les turbulences de sillages afin de diminuer les TOP au décollage.

- décollage d'une intersection : pour un doublet de pistes sécantes, l'intersection des deux pistes peut constituer une bretelle d'alimentation d'avions au décollage. On diminue alors temps de vol entre le moment où les routes ont quitté le sol et le moment où l'avion franchit le seuil de piste.

2.1.1.1.3.2. L'influence des procédures et des performances des avions qui décollent : détermination de la fréquence de décollage

2.1.1.1.3.2.1. Cas général

Les procédures sont les facteurs qui induisent des séparations temporelles ou spatiales entre avions pour assurer leur sécurité. Certaines sont réglementaires, d'autres propres à la plate-forme. Elles s'appliquent à chacune des pistes d'un doublet éloigné banalisé et de la piste dédiée aux décollages d'un doublet spécialisé, d'un système de pistes sécantes ou convergentes de plus de 15°, et d'une piste unique. Dans le cas d'un doublet éloigné banalisé, la fréquence de décollage est double de celle d'une seule piste dédiée aux décollages.

Pour la capacité, les principales procédures réglementaires prises en compte pour le décollage sont :

- les espacements nécessaires pour les turbulences de sillage,

- l'espacement radar,
 - l'organisation judiciaire de séquence d'avions.
- La principale procédure liée au contexte local est la présence de routes divergentes.

Les procédures réglementaires

Les procédures réglementaires sont édictées par le Règlement de la Circulation Aérienne — fascicule n° 3 (RCA3).

Les minima d'espacement résultant des turbulences de sillage à appliquer entre deux aéronefs au départ sont explicités dans le tableau suivant (RCA3 - 5.6.2.2.).

La capacité horaire technique va dépendre du temps d'occupation de piste lorsqu'il n'y a pas de contrainte de turbulences de sillage.

Lorsqu'il y a des contraintes, la capacité horaire technique au départ va dépendre essentiellement de la séparation temporelle imposée par le RCA3.

Les procédures liées au contexte local

La principale procédure liée au contexte local est la présence de routes divergentes. Elles permettent de faire décoller un avion sur une autre route afin d'éviter les rattrapages d'avions ayant des vitesses différentes : cf. schéma D : Il n'y a pas de contrainte pour turbulences de sillage et les routes sont divergentes pour des avions ayant des vitesses différentes. Cette procédure a été observée en Europe et a été retenue comme procédure mère (cf. annexe 5 : les procédures mères recommandées par APATS) : procédures au décollage modifiées pour des avions ayant des distances courtes de décollage (procédure n° 12 de l'annexe 6).

Avion suiveur	Light	Medium	Heavy
Avion de tête	MTOW ≤ 7 t	7 t < MTOW ≤ 136 t	MTOW > 136 t
Light	(*)	(*)	(*)
Medium	120 s (180 s)	(*)	(*)
Heavy	120 s (180 s)	120 s (180 s)	(*)

(*) pas de contrainte d'espacement due à la turbulence de sillage
 1 : pour un départ de l'avion suiveur d'une bretelle située à une partie intermédiaire de la piste
 MTOW : Maximum Take Off Weight

2.1.1.1.3.2.2. réduction des espacements

Au paragraphe 2.1.1.1.2.2.2., les conditions et les règles d'exploitation des espacements réduits ont été décrits en détail. Si les conditions sont réunies, nous rappelons ici, les valeurs d'espacement entre deux décollages :

- un aéronef peut recevoir une clairance de décollage après un autre décollage si l'aéronef qui le précède sur la piste laisse disponible une longueur de piste d'au moins 2500 m. Cette distance peut être réduite à 2000 m si l'aéronef a effectivement décollé.

- ces valeurs peuvent être ramenées respectivement à 2000 m et 1500 m si l'aéronef qui reçoit la clairance est un bimoteur à hélices de moins de 7000 kg et l'aéronef qui le précède est un monomoteur à hélice ou un bimoteur à hélices de moins de 7000 kg,
- ces valeurs peuvent être ramenées respectivement à 1000 m et au décollage effectif de l'aéronef précédent si les deux aéronefs sont des monomoteurs à hélice en vol VFR,
- la valeur de 1000 m du paragraphe précédent peut, après étude particulière, être ramenée à une fois et demi la longueur maximale d'atterrissage des aéronefs fréquentant habituellement l'aérodrome.

Les mesures pour augmenter la fréquence de décollages sont :

- réduire les espacements si possibles,
- émettre des recommandations aux pilotes pour diminuer les TOP,
- prévoir, si les liaisons aériennes le permettent, au moins deux routes divergentes au décollage pour des catégories d'avions différentes,
- prévoir le multi-alignement au départ de façon à ce que les premiers avions à décoller soient les moins contraignants du point de vue des turbulences de sillage par rapport aux avions suivants, et ce notamment si des routes divergentes sont possibles,
- prévoir des « by-pass » sur les voies de circulation (plates-formes d'attente, peignes d'entrée sur piste ou voies doublées) afin d'enchaîner de manière favorable les avions au décollage et de diminuer ainsi les distances entre eux induites par les turbulences de sillage.

Parmi les autres procédures observées en Europe (cf. annexe 5 : les procédures mères recommandées par APATS) et lorsque les conditions locales le permettent, on peut modifier l'application des contraintes de turbulences de sillage pour des décollages (procédure n° 7 de l'annexe 5).

2.1.1.1.4. Facteurs de premier ordre pour un mélange d'atterrissages et de décollages

La capacité horaire technique pour une séquence enchaînant tour à tour des avions à l'atterrissage et au décollage va dépendre du temps entre un atterrissage et un décollage ou entre un décollage et un atterrissage. Il dépend principalement des temps d'occupation de piste à l'arrivée et au décollage et de la configuration du système de piste(s).

La détermination des TOP à l'atterrissage et au décollage a été présentée respectivement aux paragraphes 2.1.1.1.2 et 2.1.1.1.3.

Nous décrivons ici l'influence de la fréquence d'apparition des avions dans le système de piste(s) et des configurations de piste(s) pour une piste unique, un doublet de pistes parallèles et un doublet de pistes sécantes.

2.1.1.1.4.1. Pour une piste unique

2.1.1.1.4.1.1. Cas général

Le temps minimum entre un décollage et un atterrissage est égal au temps de parcours de l'avion à l'atterrissage entre le verrou ¹ et le seuil de piste car le TOP au décollage de l'avion de tête est inférieur à ce temps. L'espacement minimal à appliquer entre un avion au départ et un avion à l'arrivée correspond donc à la distance entre le verrou et le seuil de piste.

Le temps minimum entre un atterrissage et un décollage qui suit est égal au TOP à l'arrivée de l'avion de tête.

2.1.1.1.4.1.2. réduction des espacements

Au paragraphe 2.1.1.1.2.2.2., les conditions et les règles d'exploitation des espacements réduits ont été décrits en détail. Ils ne s'appliquent pas entre un aéronef au départ et un aéronef à l'arrivée qui le précède. Si les conditions sont réunies, nous rappelons ici, les valeurs d'espacement entre un aéronef à l'arrivée et un aéronef au départ qui le précède :

13 cf. définition du verrou page 34

- un aéronef peut recevoir une clairance d'atterrissage après un autre décollage, si l'aéronef qui le précède sur la piste laisse disponible une longueur de piste d'au moins 2 500m. Cette distance peut être réduite à 2 000m si l'aéronef a effectivement décollé ;

- ces valeurs peuvent être ramenées respectivement à 2 000 m et 1 500 m si l'aéronef qui reçoit la clairance est un bimoteur à hélices de moins de 7 000 kg et l'aéronef qui le précède est un monomoteur à hélice ou un bimoteur à hélices de moins de 7 000 kg ;

- ces valeurs peuvent être ramenées respectivement à 1 000 m et au décollage effectif de l'aéronef précédant si les deux aéronefs sont des monomoteurs à hélice en vol VFR ;

- la valeur de 1 000 m du paragraphe précédent peut, après étude particulière, être ramenée à une fois et demi la longueur maximale d'atterrissage des aéronefs fréquentant habituellement l'aérodrome.

2.1.1.4.2. Pour des pistes parallèles en mode banalisé ou en mode spécialisé

Pour un doublet éloigné de pistes parallèles en mode banalisé ou en mode spécialisé, les mouvements simultanés ont lieu, c'est-à-dire que les décollages et les atterrissages se font en même temps. Les atterrissages n'ont pas de contraintes sur les décollages, et les décollages n'ont pas de contraintes sur les atterrissages.

2.1.1.4.3. Pour un doublet de pistes parallèles rapprochées spécialisées

2.1.1.4.3.1. Cas général
Pour un doublet de pistes parallèles rapprochées spécialisées, le temps minimum entre un avion au décollage et un avion à l'atterrissage est égal au temps de parcours de l'avion à l'atterrissage de la limite d'autorisation d'atterrir au seuil de piste.

Le temps minimum entre un avion à l'atterrissage et un avion au décollage est égal au temps d'occupation partielle de piste (TOPP). Une clairance de décollage ne peut être délivrée que lorsque l'avion de tête (arrivé) est stabilisé sur la piste car celui-ci n'effectuera pas d'approche interrompue. C'est la durée nécessaire à l'avion de tête pour parcourir le trajet entre le seuil d'exploitation et le point de str-

bilisation au sol. Il faut souligner que, sous certaines conditions de visibilité (VMC), le TOPP peut être fortement réduit (10 à 12 secondes environ).

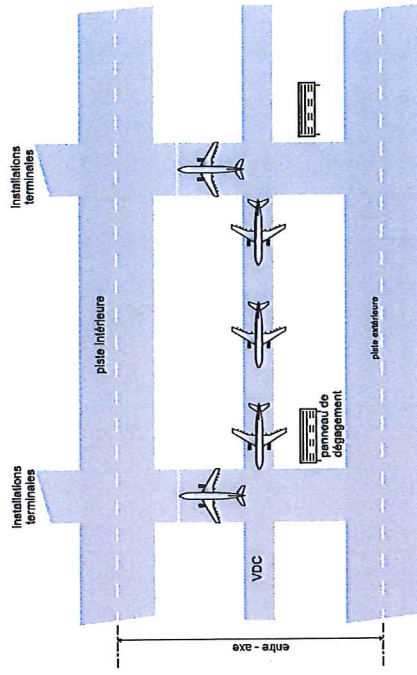
Par ailleurs, la distance entre les deux pistes peut avoir un impact sur la capacité des voies de circulation et celle des pistes. Si l'emprise de l'aéroport le permet, il est préférable, en effet, de construire une voie de circulation parallèle entre les deux pistes afin de permettre une meilleure circulation au sol des avions et un meilleur stockage des avions qui attendent de traverser l'une des pistes (cf. schéma ci-après : cas favorable à un bon fonctionnement du doublet). Sinon, la zone de stockage des avions est limitée (cf. schéma ci-après : cas peu favorable à un bon fonctionnement du doublet). Elle peut ainsi se trouver rapidement engorgée. Dans ce cas, un blocage de l'une des bretelles d'alimentation de la piste, voire de la piste elle-même, est possible. Par ailleurs, le déchargement de la zone de stockage risque d'entraîner un blocage de la piste traversée. L'utilisation des pistes n'est pas optimale et la capacité s'en trouve diminuée.

2.1.1.4.3.2. procédures permettant des mouvements simultanés sur des doublets parallèles par temps correct

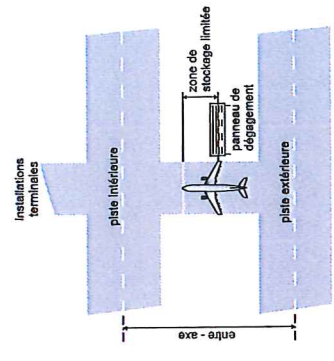
L'autorité compétente des services de la circulation aérienne après consultation des principaux exploitants utilisant l'aérodrome peut autoriser des procédures permettant d'exploiter un doublet de pistes parallèles de façon à faire atterrir et décoller les aéronefs de manière indépendante. Tel est le cas sur l'aéroport Paris-Charles de Gaulle par temps correct, ce qui arrive 90% du temps d'ouverture de l'aéroport. Il faut que les contrôleurs voient les aéronefs au départ et l'aéronef à l'atterrissage sur la courte finale.

2.1.1.4.3.3. procédures particulières sur des doublets parallèles par mauvais temps

En cas de météorologie médiocre, l'appareil au décollage doit commencer à rouler avant que l'aéronef à l'arrivée atteigne 2 NM du seuil de piste. Par mauvais temps, c'est à dire en LVP (Low Visibility Procedures), l'aéronef au départ a quitté la piste et se trouve au niveau du travers du Localizer de la piste à l'arrivée lorsque l'aéronef à l'arrivée atteint 1 NM du seuil de piste.



Cas favorable à un bon fonctionnement du doublet



Cas peu favorable à un bon fonctionnement du doublet

2.1.1.1.4.4. Pour un doublet de pistes sécantes

Dans le cas d'un doublet de pistes sécantes utilisées en mode spécialisé, l'espacement minimal (temps de croisement à l'arrivée) à appliquer au seuil de piste entre un avion à l'arrivée et un avion au départ est égal au minimum du temps de croisement à l'arrivée (temps mis par l'avion de tête pour aller du seuil à un point situé en aval du croisement à une distance de 90 m par rapport à l'axe de la piste) et du temps d'occupation de piste à l'arrivée. Si les trajectoires de vols se croisent (croisement proche du seuil « arrivées » et éloigné du seuil « départs »), les règles sur les turbulences de sillage doivent être appliquées en ce qui concerne les départs.

Le bureau APATSI (Airport Air Traffic Services Interface) de la CEAC (Communauté Européenne de l'Aviation Civile) a formulé des recommandations

2.1.1.1.5. conclusion : les systèmes de pistes et leur optimisation

Les paramètres principaux ayant un impact sur la capacité piste ont été décrits pour différents systèmes de pistes. Nous pouvons d'ores et déjà dire que les systèmes les plus capotés aux moins capotés, et corrélativement des plus sûrs au moins sûrs, se classent comme suit :

- pistes parallèles banalisées indépendantes avec aérogares et autres installations au centre,
- pistes parallèles spécialisées avec aérogares au centre,
- doublet de pistes,
- pistes convergentes,
- pistes sécantes,
- piste unique.

Il faut donc éviter, lorsque cela est possible, les installations qui induisent des traversées de piste. Les cas généraux de la réglementation de la circulation aérienne a été décrit. Elle impose les règles d'exploitation en fonction des caractéristiques physiques de l'infrastructure et du trafic.

La capacité horaire technique dépend de l'infrastructure, du trafic et des procédures et notamment de l'organisation de l'espace aérien terminal des équipements et des facteurs humains. Pour améliorer la capacité des systèmes de pistes, ce dernier doit être bien organisé afin de séparer les flux d'arrivées et de départs. On se référera à la section 5 - guidelines pour terminal airspace design du manuel



Avion mis en attente avant le décollage à l'aéroport de Lyon-Saint-Exupéry

concernant l'application possible de procédures aériennes à l'approche améliorant la capacité horaire technique. Elles ont été mises en place sur certains aéroports européens, et peuvent, dans certaines conditions, être appliquées aux autres aéroports de la communauté européenne. Elles sont décrites à l'annexe 5 : les procédures nûres recommandées par APATSI. Celle qui concerne les séquences d'avions enchaînant des atterrissages et des décollages pour un doublet de pistes sécantes est la n° 11.

d'Eurocontrol : Eurocontrol manual for airspace planning.

Il est possible d'optimiser les systèmes de pistes en appliquant des règles d'espacement réduit et la clarté anticipée à l'atterrissage.

D'autres moyens sont possibles. Ils concernent les pilotes, le contrôle et le gestionnaire d'aéroport (cf. le guide 11 et le manuel 15 d'augmentation de la capacité éditées par Eurocontrol).

Concernant les pilotes, les principales mesures sont :

- améliorer l'écoulement du trafic à l'arrivée,
- diminuer les temps de réaction au départ.

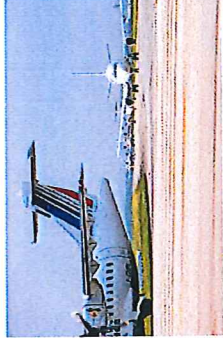
Concernant le contrôle, elles portent notamment sur l'application des espacements réduits.

Pour l'aéroport, les principales mesures concernent l'amélioration de l'infrastructure (sorties rapides, taxiway parallèle, deux points d'entrée sur piste...) afin de faciliter les mesures qui portent sur les pilotes et le contrôle.

Ces mesures nécessitent un travail en collaboration pour :

- mesurer les temps d'occupation de piste et les temps de réaction des pilotes,
- analyser les meilleures pratiques,
- communiquer anonymement sur les meilleures pratiques.

11 - Enhancing Airside Capacity - the complete guide, Eurocontrol, 15 septembre 2003
15 - Airside capacity enhancement manual, Eurocontrol, 14 octobre 2003



Avion mis en attente avant le décollage à l'aéroport de Lyon-Saint-Exupéry

2.1.1.2. Facteurs de premier ordre des voies de circulation

2.1.1.2.1. Influence de l'infrastructure et des performances des avions : détermination du temps d'occupation de la voie de circulation

Le temps d'occupation d'une voie de circulation dépend de :

- la longueur de la voie de circulation;
- pour les avions à l'arrivée : de la distance entre la bretelle de sortie et le poste de stationnement concerné par l'avion,
- pour les avions au décollage : de la distance entre le poste de stationnement concerné par l'avion et la bretelle d'entrée sur la piste,
- la vitesse de roulage de l'avion.

- La structure du réseau des voies de circulation (croisement)

2.1.1.2.2. Influence des procédures et des performances des avions : détermination de la fréquence d'utilisation de la voie de circulation

La fréquence d'apparition d'avions sur la voie de circulation dépend de :

- l'espacement entre avions au roulage en raison des marges de sécurité à respecter,
- pour les avions à l'arrivée : la position de la piste d'atterrissage par rapport aux aérogares. Elle peut engendrer dans le cas d'un doublet de pistes une traversée de l'autre piste. Dans ce cas, l'avion qui traverse la piste doit attendre que l'avion termine son décollage.
- pour les avions au départ : la position de la piste de décollage par rapport aux aérogares. Elle peut engendrer dans le cas d'un doublet de pistes une



Postes de stationnement au terminal 1 de l'aéroport de Nice-Côte-d'Azur

traversée de l'autre piste. Dans ce cas, l'avion qui traverse la piste doit attendre que l'avion termine son atterrissage. L'avion qui atterrit est prioritaire si il a dépassé le verrou.

Sur la plupart des aéroports, les avions atterrissent sur la piste extérieure et décollent sur la piste intérieure.

2.1.1.3. Facteurs de premier ordre des postes de stationnement

2.1.1.3.1. Influence de l'infrastructure et des performances des avions : détermination du temps d'occupation des postes de stationnement

Le temps d'occupation d'un poste de stationnement se décompose en :

- temps de traitement de l'avion (chargement et déchargement des passagers et des éléments nécessaires au vol - kéroène...),
- temps de repoussage si la configuration du poste l'exige,
- temps de réaction au roulage après repoussage.

Il dépend :

- de l'équipement du poste :
 - passerelle,
 - sinon liaison supplémentaire avec l'aérogare : par bus ou à pied,
 - nature du poste :
 - nose in : nécessite un repoussage,
 - nose out (autonome),
 - chargement de l'avion : dépend de la taille (catégorie d'avion) et du marché (charter, low cost, affaire).

2.1.1.3.2. Influence des procédures et des performances des avions: détermination de la fréquence d'utilisation des postes de stationnement

La fréquence d'apparition d'avions aux postes de stationnement dépend des procédures qui séparent les avions au roulage sur les voies de circulation (cf. 2.1.1.2.2.).

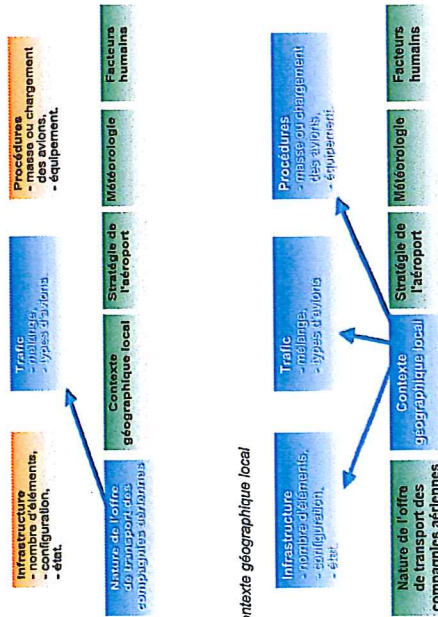
2.1.2. L'analyse des facteurs de 2^e ordre
Les facteurs de 2^e ordre sont définis comme des facteurs ayant un impact sur les facteurs principaux. Ils ne sont pas quantifiés pour évaluer directement la capacité technique. La quantification de

leur influence s'évalue en estimant les variations induites sur les facteurs principaux.

La nature de l'offre de transport des compagnies aériennes correspond à:

- type d'avions dans la flotte,
 - organisation des vols sur la plate-forme (hub/non hub, régulier/non-régulier).
- L'ensemble des types d'avions et le mélange (arrivée-départ et des types d'avions) observés sur l'aéroport résultent de la combinaison de ces facteurs imposés par chaque compagnie aérienne qui fréquente l'aéroport.

Nature de l'offre de transport des compagnies aériennes



Le contexte géographique local a un impact sur:

- les procédures en raison de la topographie qui peut engendrer des procédures particulières (ex.: procédures Riviera à Nice) et plus contraignantes que les procédures standards,
- les infrastructures. La topographie, par la présence d'éléments naturels contraignants (montagne, mer), peut limiter l'extension des infrastructures (nombre de pistes, extension des voies de circulation et de stationnement),
- le trafic. L'isolement géographique de certaines régions (Iles...) entraîne une ségrégation du trafic en longs courriers et courts courriers. Il y a donc un impact sur les types d'avions utilisés.

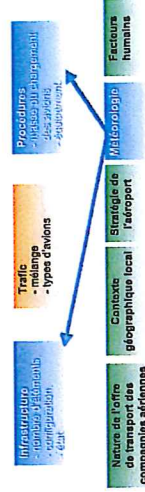
Stratégie de l'aéroport



La stratégie de l'aéroport a un impact sur la capacité car:

- l'ouverture ou la fermeture de lignes a un impact sur les types d'avions présents,
- l'attraction de type de trafic particulier (hub, low cost, charter) par une politique tarifaire particulière a un impact sur les types d'avions et sur le mélange arrivées-départs aux heures de pointe,
- le choix des investissements modifie l'infrastructure.

Météorologie



L'influence de la météo sur la capacité peut s'exercer de manières suivantes:

- présence de conditions défavorables: procédures IMC contraignantes, séparations entre avions accrues, LYP (low visibility procedures) qui ont un impact sur la circulation au sol des avions,
- l'état de l'infrastructure est modifié. La pluie, le gel ou la neige augmentent la glissance du sol et augmentent les distances d'atterrissage, et donc les temps d'occupation de piste(s).
- les orages et les cisaillements de vent imposent la fermeture de l'aéroport.



Brouillard sur l'aéroport de Strasbourg-Entzheim



Facteurs humains



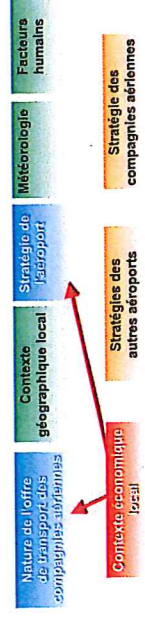
Les facteurs humains sont surtout liés aux pilotes. Ils influencent le niveau de capacité à travers :

- le temps de réaction des pilotes aux clartances pour l'alignement et pour le décollage. Ils augmentent le TOP au décollage.
- l'entraînement : la connaissance de l'avion permet au pilote de freiner plus efficacement et d'emprunter les bretelles de sortie qui minimisent les TOP à l'arrivée,
- la connaissance du terrain : elle permet au pilote d'emprunter les bretelles de sortie qui minimisent les TOP à l'arrivée. Ce point est particulièrement notable pour les pilotes de la compagnie basée sur l'aéroport.

- les recommandations de la compagnie pour le confort des passagers au freinage, induisent parfois des freinages moins forts si bien que la distance d'atterrissage est longue. Dans ce cas, le TOP à l'atterrissage est plus important.

Sur certains aéroports européens, des groupes de travail techniques impliquant les pilotes, le gestionnaire et les contrôleurs aériens permettent de sensibiliser les pilotes à l'importance des TOP. Des recommandations leur sont formulées pour qu'ils empruntent, dans la mesure du possible, les bretelles de sortie optimales à l'atterrissage, et pour qu'ils diminuent leur temps de réaction aux clartances au moment du décollage.

Le contexte économique local



2.1.3. Analyse des facteurs de 3^e ordre
Les facteurs de 3^e ordre sont définis comme des facteurs ayant un impact sur les facteurs de 2^e ordre.

Le contexte économique local a une influence sur :
- la nature de l'offre de transport des compagnies aériennes. Les caractéristiques de l'activité économique locale influencent la nature même du trafic. Ainsi, la forte présence d'entreprises va

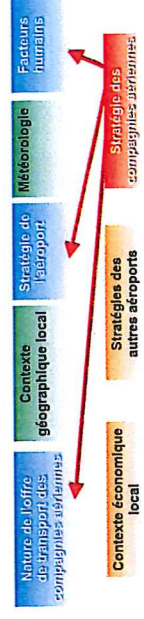
La stratégie des autres aéroports



Pour un aéroport considéré, la stratégie des autres aéroports va avoir un impact indirect sur son activité. Par exemple, si un aéroport voisin développe une stratégie de hub (par sa politique tarifaire, ses accords avec une compagnie...), il ne pourra plus développer son réseau en hub.

Par ailleurs, la stratégie de l'ensemble des autres aéroports a un impact sur la nature de l'offre des compagnies aériennes en général, et donc sur l'aéroport en question.

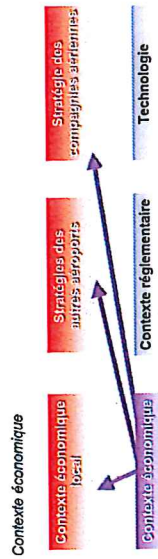
La stratégie des compagnies aériennes



Une compagnie aérienne va cibler ses marchés (nature des passagers et des destinations). Pour y répondre, elle choisit au mieux les avions en fonction de critères économiques (coûts d'acquisition et de fonctionnement) et son produit (fréquence, service à bord et au sol...) afin de satisfaire la clientèle. Cette stratégie se traduit en une nature de l'offre spécifique. Pour un aéroport donné, la stratégie de l'ensemble des compagnies aériennes qui le fréquentent va déterminer sa nature propre de l'offre de transport qui combine celles des compagnies aériennes.

La stratégie des compagnies aériennes a un impact direct sur la stratégie de l'aéroport puisque la vocation de ce dernier est d'accueillir le service des compagnies. Les stratégies des deux entités sont liées.
L'impact sur les facteurs humains concerne essentiellement le comportement des pilotes qui peuvent recevoir des recommandations concernant le confort des passagers liés au freinage à l'atterrissage.

2.1.4. L'analyse des facteurs de 4^e ordre :



Le contexte économique local reflète en général le contexte économique national voir international. Les contextes économiques national et international ont un impact sur le volume des échanges de passagers et de fret. Lorsque des crises ont eu lieu (Guerre du Golfe, crise qui a suivi l'attentat du 11 septembre 2001, SRAS) les trafics de passagers et de fret ont connu des baisses importantes. A contrario, les périodes de croissance ont connu une augmentation des trafics.

Le contexte réglementaire



La stratégie des compagnies aériennes met en scène des pratiques qui s'inscrivent dans le cadre défini par la réglementation.

Chaque grande région du monde a développé des réglementations qui complètent les règles de la convention de Chicago de 1944. En Europe, la réglementation a évolué à partir de 1988 jusqu'en avril 1993 date à laquelle le cadre actuel a été fixé. L'évolution du cadre réglementaire européen a entraîné des modifications du secteur du transport aérien au niveau des compagnies aériennes et des aéroports.

Les compagnies aériennes se sont adaptées en modifiant leur stratégie. Elles se concentrent avec des partenaires organisant leur réseau autour de

hubs principaux et secondaires. Ou bien elles s'orientent vers une offre de point à point à prix et service réduits (compagnies low cost).

Les aéroports deviennent partenaires de ces changements en accueillant une structure de réseau en hub, ou en devenant un aéroport d'alimentation d'un hub, ou bien en recevant une des lignes d'une compagnie bas coûts. Un aéroport peut connaître à différents degrés une ou plusieurs de ces trois situations.

Le développement suivant l'un de ces axes pour un aéroport peut alors engendrer une activité pour la région concernée favorisant le développement économique local.

La technologie



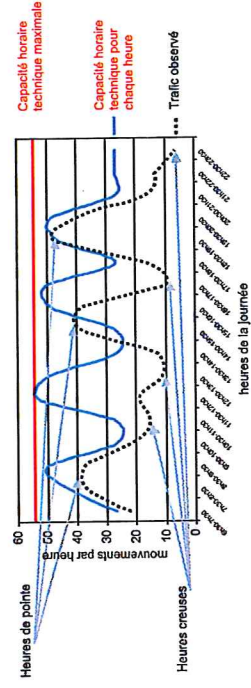
La stratégie des compagnies aériennes se développe avec les moyens mis à sa disposition. La technologie a fait évoluer les moteurs et la taille des avions offrant ainsi aux compagnies aériennes la possibilité de développer de nouveaux services et de nouvelles stratégies.

Elle a aussi permis d'améliorer le contrôle des avions et le traitement des passagers. Les aéroports peuvent alors répondre à un plus grand nombre de services et s'adapter aux stratégies des compagnies aériennes.

2.1.5. Facteurs qui influent sur la capacité annuelle en mouvements

La capacité annuelle est calculée à partir de la capacité journalière qui est la somme de l'ensemble des mouvements qui peuvent être traités par le système de piste sur la journée. Or le nombre de mouvements varie en général à chaque heure car il dépend de la structure de la demande (mélange en arrivées et départs, mélange en catégories d'avions). Certaines heures sont des heures de pointe, et d'autres des heures creuses. Les nombres d'heures de pointe et d'heures creuses, ainsi que le rapport entre elles déterminent la structure du trafic.

Le schéma suivant présente une répartition du nombre de mouvements par heure sur une journée



pointe et heure creuse peut être supérieur ou inférieur. En général, une analyse du trafic est nécessaire afin de définir ce rapport. Le volume de trafic aux heures creuses est déduit de la capacité horaire technique maximale et du rapport entre le nombre de mouvements aux heures creuses et la capacité horaire maximale de l'heure de pointe.

Une deuxième phase de développement peut connaître, par la suite, un remplissage des heures creuses avec de nouveaux mouvements si aucune mesure ne peut être envisagée pour augmenter la capacité horaire technique maximale à l'heure de pointe. Il faut en revanche qu'une telle demande existe. En effet, en fonction de la vocation de l'aéroport, des compagnies aériennes seraient intéressées pour augmenter le nombre de leurs vols pendant les heures de pointe comme dans le cas d'un hub, mais ne seraient pas disposées à proposer des vols en heures creuses. Les vols qui ont lieu aux heures creuses desservent plutôt des marchés longs courriers ou charters.

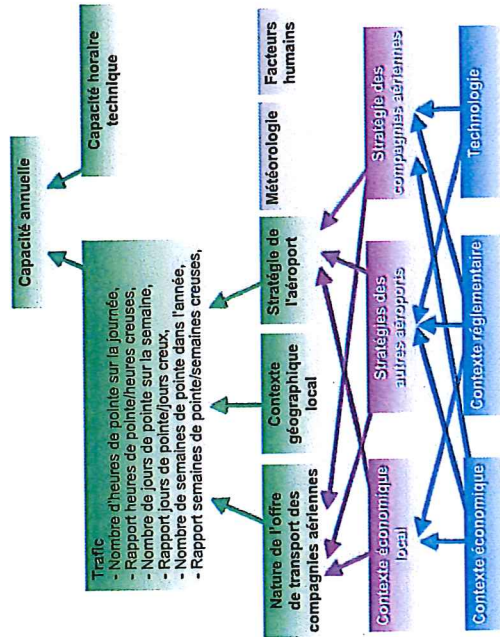
Il se peut que les heures creuses ne soient pas remplies. C'est le cas des principaux aéroports régionaux en France.

Le développement ultime est atteint lorsque la demande des compagnies aériennes est telle que toutes les heures de la journée sont remplies. Pour chaque heure, le nombre de mouvements correspond à la capacité horaire technique de chacune de ces heures. Cette situation est rencontrée sur les principaux aéroports internationaux tels que les aéroports de Paris-Charles de Gaulle et Paris-Orly.

La capacité annuelle dépend aussi de la structure du trafic sur l'année, c'est-à-dire du volume journalier de trafic variant jour après jour. Les mêmes considérations peuvent s'appliquer à cette répartition. Certains jours de l'année connaîtront une augmentation de leur trafic en raison de l'intérêt porté par les compagnies aériennes sur le marché desservi ces jours là, tandis que d'autres ne connaissent qu'une augmentation marginale.

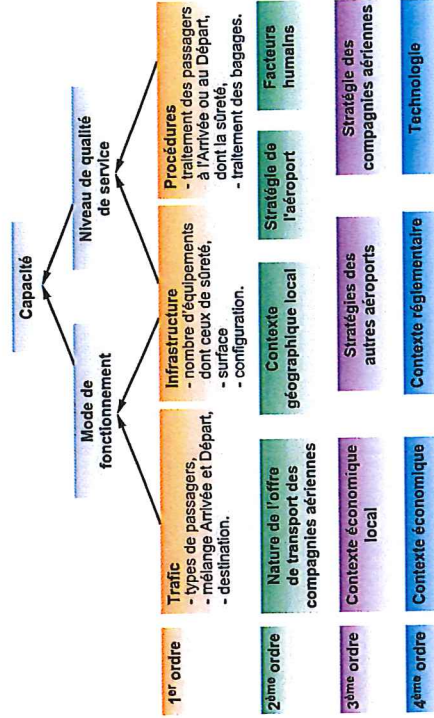
La capacité annuelle reflète donc le volume de trafic qui peut être traité compte tenu de la structure du trafic sur la journée et sur l'année et de la capacité horaire technique.

L'organigramme suivant représente l'influence des facteurs de 2^e à 4^e ordre sur la capacité annuelle.



2.2. Côté aéroport

Par analogie avec le paragraphe « 2.1. Côté piste », le diagramme des facteurs influant sur la capacité est :



Les facteurs de 2^e, 3^e et 4^e ordre étant similaires à ceux influant sur la capacité du côté piste, le lecteur se reportera aux paragraphes 2.1.2., 2.1.3. et 2.1.4.



Zone d'enregistrement et hall public de l'aéroport T2 de l'aéroport de Nice-Côte-d'Azur

2.2.1. Qualité de service

La capacité horaire d'un aéroport dépend principalement du niveau de qualité de service choisi. Le niveau de qualité de service du traitement du passager et de ses bagages (cabine et de soute) doit être fixé par l'exploitant de l'aéroport.

Comme indiqué au paragraphe 1.3.2, il dépend de plusieurs facteurs qui peuvent varier y compris selon des besoins momentanés, comme indiqué dans l'exemple de ce même paragraphe :

- du temps d'attente et de traitement aux différents points de passage (voir paragraphe 2.2.3),
- des surfaces allouées par passager aux différents points d'attente (voir paragraphe 2.2.3 et 3.2),
- de la lisibilité et compréhensibilité des circulations pour les passagers,
- des services commerciaux offerts.

Les deux derniers paramètres, lisibilité et compréhensibilité des circuits d'une part et services commerciaux offerts d'autre part, étant essentiellement qualitatifs ne seront pas pris en compte dans la méthode proposée ultérieurement pour déterminer la capacité.

2.2.2. Découpage fonctionnel de l'aérogare

L'aérogare dispose des fonctionnalités suivantes :

- **fonction trafic** : comprend tous les locaux servant au traitement du passager et de ses bagages,
- **fonction commerciale** : regroupe les boutiques,



Hall public et commerces de l'aéroport T1 de Nice-Côte-d'Azur

bars/restaurants, concessions diverses,

- **fonction opérationnelle** : comprend tous les locaux d'exploitation aéroportuaire, notamment ceux permettant le traitement de l'avion lors de l'escale (quelque qu'en soit la durée),

- **fonction administrative** : regroupe les bureaux des services, les espaces affaires,

- **fonction technique** : comprend locaux techniques, installations de maintenance, zone de stockage.

2.2.2.1. Fonction trafic

La fonction trafic sert aux opérations de traitement du passager et de ses bagages ; services rendus aux passagers et aux accompagnateurs.

L'aérogare passager sert d'interface entre 2 modes de transport, l'un aérien et l'autre terrestre. Ces deux modes de déplacement ont chacun leurs exigences pour bien fonctionner. Les zones suivantes servent d'interface entre le côté ville et l'aérogare proprement dite :

- Gare : routière, ferroviaire, ou de transport en site propre lié à la desserte de l'aérogare,
- Parc de stationnement : véhicules particuliers, taxis, véhicules de location, parkings privés...
- Esplanade départ et arrivée : voie de circulation desservant le côté ville de l'aérogare, dépose minute, stationnement de très courte durée, trottoir assurant la liaison avec le bâtiment aérogare. Ce module est considéré généralement comme faisant partie de l'aérogare.

Les modules suivants forment le cœur de la fonction trafic :



Hall public de l'aérogare de Brest-Guipavas

- Hall public mixte, départ et arrivée : zone de circulation et d'attente, desserte des différents modes, accueil des passagers, information, point de rencontre, services offerts aux passagers,

- Enregistrement : banques d'enregistrement des passagers et des bagages, zone d'accumulation de passagers, zones de départ des bagages vers le tri, bureaux directement liés à cette fonction,

- Salle pour les personnes mineures non accompagnées ;

- Contrôle des bagages de soute : filtre de contrôle, zone de circulation et file d'attente suivant le type de contrôle, bureaux directement associés ;

- Tri bagage départ : regroupement des bagages, tri par destination, chargement des chariots et conteneurs, zone de circulation et de stockage ;

- Contrôle police départ : filtre de contrôle, zone de circulation et file d'attente, bureaux directement associés ;

- Contrôle douane départ : filtre de contrôle, zone de circulation et file d'attente, bureaux directement associés ;

- Contrôle sécurité passagers et bagage à main : filtre de contrôle, zone de circulation et file d'attente, bureaux directement associés, local de fouille ;

- Contrôle de santé : filtre de contrôle, zone de circulation et file d'attente, bureaux directement associés ;

- Zone d'embarquement : zone d'attente et de circulation, salle d'embarquement, salon VIP, services offerts aux passagers, portes d'embarquement



Hall public et commerces de l'aérogare de Marseille-Provence

ment, pré-passerelles/passerelles, distinction National/Schengen/International ;

- Zone de transit : zones d'attentes et de circulation, services offerts aux passagers en correspondance ;

- Zone arrivée : zone d'attente et de circulation, services offerts aux passagers, portes, pré-passerelles/passerelles ; distinction National ou Schengen/International ;

- Traitement des bagages à l'arrivée : zones de circulation et de stockage, déchargement des chariots et conteneurs, dépôts des bagages sur les tapis ;

- Livraison des bagages : tapis de livraison des bagages, zone de circulation et d'attente des passagers, comptoirs/bureaux du service bagages en cas de perte ou détérioration, services offerts aux passagers ;

- Contrôle douane arrivée : filtre de contrôle, zone de circulation et files d'attente, bureaux directement associés ;

- Contrôle santé : filtre de contrôle, zone de circulation et files d'attente, bureaux directement associés ;

La fonction trafic représente le cœur fonctionnel de l'aérogare. En effet, le passager et ses bagages doivent « s'acquitter » des formalités (détaillées au chapitre suivant 2.2.3) avant de prendre un avion ou de quitter l'aérogare. Ce sont les conditions de circulations des flux (passagers, personnels et bagages) entre ces différentes formalités et les fonctionnalités qui s'y rattachent qui déterminent la capacité horaire en règle générale.

2.2.2.2. Fonction commerciale

Elle sert aux opérations commerciales offertes aux passagers. Elles sont d'une part associées à une recherche de rentabilité des surfaces et d'autre part liées à un choix spécifique du gestionnaire :

- Vente de billet; banques de réservation et vente de billet; zone d'attente; bureaux des compagnies directement liés à cette fonction;
- Téléphone; zone d'attente; installations de téléphonie;

- Banque change; guichet; zone d'attente; bureaux directement liés à cette fonction;

- Location de voitures; guichet; zone d'attente; bureaux directement liés à cette fonction;

- Bureaux directement liés à cette fonction:

- Liaison avec les moyens de transport terrestre, bus, taxi, train; guichet; zone d'attente; bureaux directement liés à cette fonction; information;

- Réservation hôtel; guichet; zone d'attente; bureaux directement liés à cette fonction; information;

- Poste; guichet; zone d'attente; bureaux directement liés à cette fonction;

- Bar; espace offert aux passagers; comptoir; réserves attendantes; bureaux éventuels;

- Restauration; espace offert aux passagers; cuisine; réserves attendantes; bureaux éventuels;

- Salons des compagnies aériennes; espaces d'exposition, de conférence; salons VIP affectés à une compagnie en particulier;

- Boutiques tabacs/journaux;
- Autres boutiques;

- etc.

Cette fonction intervient peu dans le calcul de la capacité horaire d'une aérogare.

2.2.2.3. Fonction opérationnelle

Elle regroupe toutes les prestations nécessaires au fonctionnement de l'aérogare et au traitement de l'avion après son vol :

- Poste de contrôle et d'exploitation d'aérogare; contrôle de fonctionnement de l'aérogare; regroupement des informations sur le trafic;

- Locaux des compagnies; salle de préparation des vols; salles de repos des équipages;

- Locaux divers d'exploitation dont ceux d'assistance en escalade.



Vue sur hall public de l'aérogare de Casen-Carpignat

Cette fonction est un facteur conditionnant de la capacité horaire d'une aérogare dans la mesure où elle conditionne les modalités de traitement des avions. En effet, les avions avant de pouvoir décoller doivent subir un traitement appelé escalade (nettoyage de l'appareil, approvisionnement en nourriture de bord, devis de masse, devis de carburant, dépôt d'un plan de vol entre autres choses). Les locaux utilisés pour effectuer ces tâches (locaux de stockage de matériels, locaux de replis ou locaux de préparation des vols) peuvent se situer pour tout ou en partie à l'extérieur de l'aérogare. Ce cas de figure ne favorise pas une exploitation optimale des infrastructures.

2.2.2.4. Fonction administrative

Elle sert aux besoins administratifs du gestionnaire et des différents usagers pouvant éventuellement être traités hors de l'aérogare.

- Locaux du gestionnaire; bureaux; salles de réunion...

- Locaux des compagnies; bureaux; salles de réunion...

- Locaux des services de l'État: Aviation civile; douanes; santé; météorologie; Police de l'air et des frontières; GTA;

- Cantine administrative et cuisines.

Les locaux de cette fonction ne seront pas pris en compte du calcul de la capacité horaire.

2.2.2.5. Fonction technique

Elle est nécessaire au fonctionnement du bâtiment.

- Locaux techniques: centrale électrique; centrale de traitement d'air...

- Zones de stockage: hors commerces et bars/restaurants;

Les locaux de cette fonction ne seront pas pris en compte du calcul de la capacité horaire.

2.2.3. Gestion des flux dans une aérogare passager

Celle-ci doit aussi permettre la gestion des flux :

- de passagers,
- de bagages de soute,

- de personnels (servant à l'exploitation de l'aérogare et à l'assistance en escalade ou navignamis),
- de marchandises (approvisionnement des commerces),
- entre les différentes zones et celle des autres fonctions précitées,
- autres (visiteurs, accompagnateurs...)

Le bon traitement des deux premiers flux cités est essentiel au bon fonctionnement d'une aérogare. Ce sont ces flux qui en règle générale déterminent la capacité d'une aérogare.

Comme il a été dit, un passager au départ ou l'arrivée doit obligatoirement remplir un certain nombre de formalités. Ces formalités dépendent de sa destination ou de sa provenance :

- les passagers de la zone Schengen qui ne sont assujettis à aucune formalité administrative de la part des services de l'État. C'est le cas des passagers, en temps normal (hors procédures d'urgence, ou vols sensibles) des lignes nationales, ou reliant des pays signataires des accords de Schengen, et des passagers en transit national/international ou national/Schengen. Ils doivent néanmoins subir un contrôle de sûreté,
- les passagers qui pénètrent ou quittent le territoire national depuis ou vers un pays non membre de l'espace Schengen sont soumis aux formalités aux frontières.

En conséquence, on peut identifier, pour un passager et ses bagages, les parcours types suivants :

- régime national ou espace Schengen,
- régime international ou espace hors Schengen.

2.2.3.1. Description des flux passagers

Les opérations écrites en gras sont des formalités que le passager doit obligatoirement remplir.

Régime Schengen

au départ :

- esplanade
- accès à un hall public, commerces, services,
- achat ou délivrance du billet,
- enregistrement avec ou sans bagages de soute,

- contrôle de sûreté des passagers et des bagages de cabine,

- accès en zone d'embarquement,

- contrôle de la carte d'embarquement

- embarquement,

- accès à l'avion.

à l'arrivée :

- accès à l'aérogare depuis l'avion,

- accès à la salle de livraison bagages,

- accès à un hall public,

- esplanade.

Régime international

au départ :

- accès à un hall public, commerces, services,
- achat ou délivrance du billet,

- enregistrement avec ou sans bagages de soute,

- contrôle de sûreté des passagers et des bagages de cabine,

- accès en zone d'embarquement,

- contrôle transfrontière (émigration),

- contrôle de la carte d'embarquement

- embarquement,

- accès à l'avion.

à l'arrivée :

- accès à l'aérogare depuis l'avion,

- contrôle de santé éventuellement,

- contrôle transfrontière (immigration),

- accès à la salle de livraison des bagages,

- contrôle de douane, (il est à noter que ce contrôle peut ne pas être réalisé. Les douaniers procèdent généralement par sondages),

- accès à un hall public.

Pour un passagers en correspondance :

Régime Schengen

- accès à l'aéroport depuis l'avion.
- contrôle de sûreté des passagers et des bagages de cabine,
- accès en zone d'embarquement,
- contrôle de la carte d'embarquement,
- embarquement,
- accès à l'avion.

Régime international

- accès à l'aéroport depuis l'avion,
- contrôle de santé éventuellement,
- contrôle transfrontière (immigration),
- accès en zone d'embarquement,
- contrôle de sûreté des passagers et des bagages de cabine,
- accès en zone d'embarquement,
- contrôle transfrontière (immigration),
- contrôle de la carte d'embarquement,
- embarquement,
- accès à l'avion.

2.2.3.2. Description des flux des bagages de soute

Les bagages de soutes, eux aussi subissent un traitement particulier.

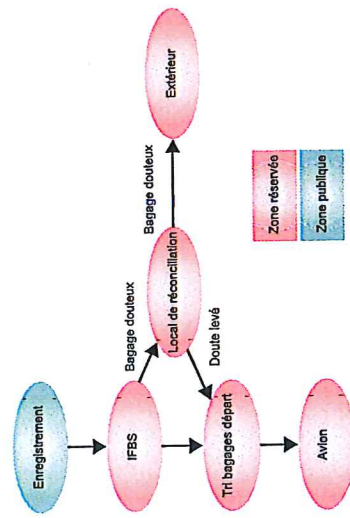
Traitement des bagages de soute au départ :

Les bagages de soute sont pris en charge par la compagnie aérienne ou par son assistant au moment de l'enregistrement.

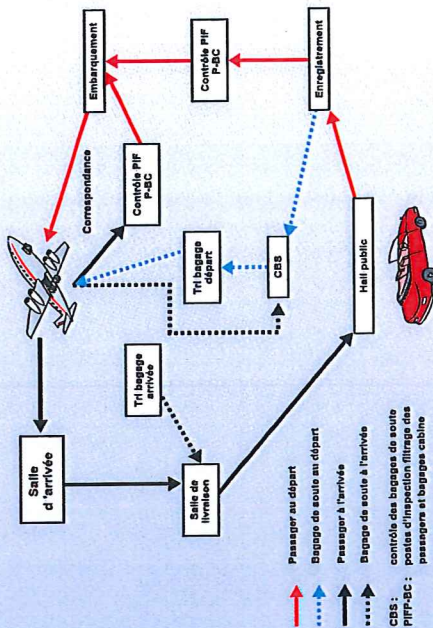
Après cette prise en charge, ils subissent un contrôle de sûreté (mise en place du contrôle à 100 % des bagages de soute). Si le contrôle de sûreté ne détecte rien, ils sont acheminés vers la zone de tri départ puis mis en soute dans l'avion par les manutentionnaires. Si le bagage est déclaré douteux, il est acheminé vers un local de réconciliation sans intervention de manutentionnaire ou le propriétaire du bagage aura été conduit pour lever le doute. Une fois le doute levé (ouverture du bagage par le propriétaire en présence d'une personne en charge des contrôles de sûreté), le bagage est remis dans le circuit départ. Si le doute ne peut être levé, des procédures particulières faisant intervenir le service du dédouane sont mises en œuvre.

Traitement des bagages de soute à l'arrivée :

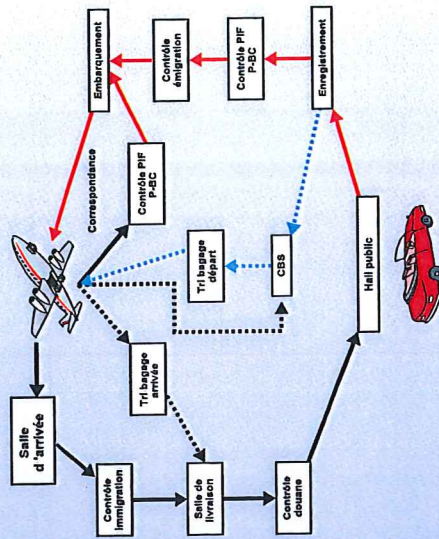
Les bagages de soute à l'arrivée sont déchargés de l'avion, acheminés vers la zone de tri bagage arrivés. De là, ils sont acheminés par des convoyeurs mécaniques vers la salle de livraison bagages où les passagers les récupèrent. Le traitement et la mise à disposition des bagages, hors format sont réalisés par des moyens identiques, sur un tapis spécifique réservé.



Les schémas ci-après décrivent une organisation des circuits usitée en France



Circuit départ et arrivée nationale



Circuit départ et arrivée international

Remarques:

- Les circuits passagers précités sont des circuits pour des passagers « classiques ». Une aérogare doit aussi pouvoir permettre le traitement dans de bonnes conditions de passagers dit spéciaux comme :
 - les mineurs non accompagnés,
 - les personnes dites appareillées ou les personnes à mobilité réduite (cela pose des problèmes au niveau de l'inspection filtrage pour le contrôle de sûreté),
 - les VIP.

En règle générale, ces passagers représentent un très faible pourcentage des passagers totaux et ne sont généralement pas considérés comme capacitifs.

- De même pour les bagages de soute, les bagages dits hors format sont rarement le facteur limitant la capacité horaire.

2.2.4. Mode de fonctionnement

Comme indiqué ci-avant, une aérogare doit permettre de gérer des flux. La capacité d'une aérogare va donc dépendre de son aptitude à gérer les flux passagers et bagages de soute principalement. La capacité dépend donc non seulement des ressources allouées (surfaces, nombre d'équipements), mais aussi de :

- l'agencement de ces ressources entre elles,
- leur potentiel à évoluer en fonction des besoins (modularité et flexibilité) ; les besoins peuvent évoluer sur de courtes périodes.

2.2.5. Analyse des facteurs de premier ordre

La première ligne du diagramme du paragraphe 2.2. fait apparaître les trois facteurs qui influent directement sur le niveau de qualité de service et sur le mode de fonctionnement de l'aérogare :

C'est sur ces facteurs que l'exploitant de l'aérogare pourra le plus facilement agir (notamment sur les infrastructures et les procédures). De plus, ces facteurs interagissent entre eux.

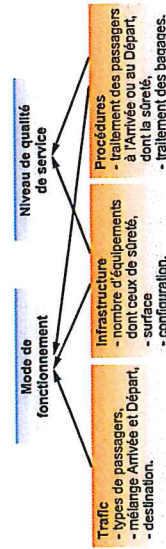
2.2.5.1. Procédures

Les circuits décrits au paragraphe 2.2.3 représentent l'ordre des procédures généralement mis en œuvre dans une aérogare.

Ces ordres permettent de minimiser les surfaces, le nombre d'équipements, et avoir une certaine souplesse d'exploitation.

Pour un exploitant d'aérogare, il est intéressant que les contrôles d'identité au départ aient lieu après le contrôle de sûreté. Cela rend possible une mutualisation des postes d'inspection filtrage. De plus, si les 2 zones de contrôle sont relativement proches, il est possible de diminuer la zone d'attente du contrôle transfrontière à condition que le débit de ce filtre soit supérieur à celui de l'inspection filtrage.

De même, positionner le contrôle transfrontière arrivé avant les salles de livraison des bagages de soutes permet une plus grande souplesse d'exploitation de cette salle. Avec l'accord des services de douanes, il est même possible d'utiliser cette salle en simultané pour un vol national et un vol international.



Certaines procédures réglementaires à mettre en œuvre ponctuellement (comme vigipirate ou vigilance renforcée) peuvent avoir une influence sur la capacité d'une aérogare généralement en la diminuant.

2.2.5.2. Trafic

Les différents éléments descriptifs du trafic qui influencent le mode de fonctionnement d'une aérogare sont :

- typologie de passagers : haute contribution, itinéraire (passagers voyageant pour des raisons personnelles), groupe (tour opérateur),
- typologie des vols : régulier, charter, bas coût,
- origine - destination (national - international),
- répartition arrivées - départ - correspondance,
- présentation dans l'aérogare (départ).

Les deux premiers facteurs sont souvent liés ainsi qu'au prix du billet. Les compagnies aériennes souhaitent en règle générale que les passagers ayant la plus haute contribution disposent du meilleur service possible, en l'occurrence des temps d'attente et de traitement faibles et un maximum de place. Donc une aérogare traitant des vols à faible contribution (charter, bas coût, passagers affiliés etc.) aura une capacité horaire plus importante que celle traitant des vols avec des passagers haute contribution.

De plus, les stratégies de traitement d'un passager varient en fonction du type de vol. Sur des vols charter ou bas coût, la compagnie aérienne demande aux passagers départ de se présenter tôt (la clôture de l'enregistrement a lieu bien avant le départ de l'avion, et les passagers sont incités à se rendre tôt dans les salles d'embarquement). Cela permet d'étaler la présentation des passagers au niveau des filtres.

Pour l'origine ou la destination, les passagers sur des vols internationaux sont globalement plus consommateurs de surfaces et d'équipement car :

- il y a plus de contrôles à réaliser,
- les compagnies clôturent l'enregistrement plus

tôt sur des vols internationaux que sur des vols nationaux. Les passagers passent donc plus de temps dans l'aérogare.

La présentation des passagers au départ joue un rôle important dans le calcul de la capacité d'une aérogare. Si les passagers se présentent majoritairement peu de temps avant l'heure limite d'enregistrement (ce qui est souvent le cas pour des vols avec principalement des passagers dits affiliés), le nombre d'équipement à mettre en œuvre pour maintenir la qualité de service constante augmente.

2.2.5.3. Infrastructures

Les modules suivants de l'infrastructure conditionnent la capacité d'une aérogare :

Procédure départ :

- hall public,
- enregistrement,
- contrôle sûreté du passager et de ses bagages de cabine,
- contrôle émigration,
- salle d'embarquement,
- porte d'embarquement,
- contrôle sûreté des bagages de soute,
- tri des bagages de soute.

Procédure arrivées :

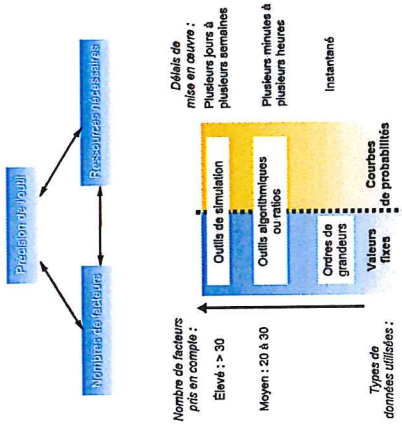
- contrôle immigration,
- livraison des bagages de soute,
- contrôle douanier,
- hall public arrivées,
- tri des bagages de soute.

Pour ces différents modules, ce sont leur surface (surface utilisable pour leur fonction), leur nombre d'équipements ou de linéaires d'équipement, leur forme ainsi que leur positionnement et agencement les uns par rapport aux autres (parti architectural choisi lors de la conception) et la qualité des circulations entre eux, qui déterminent leur capacité et celle de l'aérogare.

3. Méthodes d'évaluation rapide de la capacité



Aéroport de Nice-Côte-d'Azur - aire de manœuvre et terminal 2



L'évaluation de la capacité nécessite d'utiliser des « outils », logiciels ou méthodes, qui décrivent la réalité en prenant en compte un ensemble des facteurs identifiables dans la réalité. Plus le nombre de facteurs est grand, et plus l'analyse est précise. L'outil utilisé nécessite en revanche une technicité plus importante et un temps de mise en œuvre plus grand. Un compromis entre la précision de l'outil, le temps de mise en œuvre et le nombre de facteurs pris en compte doit être trouvé et choisi. Dans cette partie, les méthodes proposées permettent d'évaluer la capacité horaire (pour évaluer la capacité annuelle se référer à l'une des méthodes décrites en 4. De la capacité horaire à la capacité annuelle).

Les méthodes proposées concernent, dans un premier temps, celles utilisables côté piste, et dans un deuxième temps, celles utilisées pour l'évaluation de la capacité horaire technique dans les aéroports. Les différents types de méthodes proposées dans ce manuel dépendent du niveau de détails de l'étude. Ils sont présentés dans le schéma ci-contre en fonction du nombre de facteurs pris en compte, du délai de mise en œuvre et de la nature des variables utilisées. Lorsque le nombre de paramètres est d'un ou deux, la méthode des ordres de grandeurs est appliquée. Pour un nombre un peu plus élevé de paramètres, côté pistes est présentée la méthode algorithmique pour les aéroports, la méthode des ratios. Le nombre de paramètres peut alors être élevé ou non. Pour un nombre élevé de paramètres, est présenté pour le côté piste et les aéroports, le principe des outils de simulation. A noter ici que la méthode des ordres de grandeur n'utilisent que des variables dont la valeur est fixe. En revanche, dans les outils algorithmiques et de simulation, les valeurs des variables peuvent être fixes ou bien être déduites d'une courbe de probabilités. Cette dernière permet une meilleure précision car elle prend en compte la variabilité d'un facteur mais demande davantage de ressources nécessaires à la détermination mathématique de cette courbe à partir d'observations.

3.1. Côté piste

Cette partie présente trois niveaux de détail pour l'évaluation de la capacité horaire :

- le premier niveau propose une évaluation donnant des ordres de grandeurs de capacité horaire déclarés. Il est issu d'observations,
- le deuxième niveau consiste à utiliser des outils d'analyse qui évaluent la capacité horaire technique.

3.1.1. Ordres de grandeurs ou ratio

3.1.1.1. Pour le système de piste(s) Les capacités présentées, issues d'observations sur des aéroports existants, concernent essentiellement les capacités horaires déclarées. A certains moments de la journée, dans certaines conditions météorologiques et de trafic, la capacité horaire technique peut être supérieure.

Les exemples de capacités déclarées sont extraits du rapport annuel de 1998 (dernière version disponible) de l'European Database of Major Airports in the EC/AC States édité par Eurocontrol. Les variations de capacité pour un même système de pistes sont dues à l'influence des paramètres qui diffèrent selon les aéroports et qui ont été décrits à la partie 2.

La capacité des configurations avec un nombre de pistes supérieur à 2 s'évalue en additionnant les capacités de systèmes plus simples comportant une à deux pistes.

3.1.1.2. Pour les aires de stationnement

Le but des méthodes présentées dans les paragraphes qui suivent est d'évaluer le nombre de postes de stationnement en fonction de leurs caractéristiques : au contact, au large et/ou par type d'avions (gros porteurs...) et/ou par faisceau (hub, métropole...).

Configuration	Mvts/heure par beau temps
Piste unique sans taxiway parallèle complet	10-20
Piste unique avec taxiway parallèle complet	35-50
Deux pistes parallèles rapprochées	80-90
Deux pistes parallèles indépendantes	100

3.1.3.3.1. Méthodes utilisées 3.1.3.3.1.1. Calcul sur une feuille de mouvements A partir d'une journée de trafic planifié, la méthode consiste à affecter les vols sur des postes théoriques en fonction des catégories d'avions et des compagnies aériennes. En cas de conflit, la priorité est donnée à un avion dont le ratio

$$\text{Poids vol} = \frac{\text{Nombre de passagers}}{\text{temps de rotation} + \text{temps de vol}}$$

est le plus élevé, sachant que le temps de vol maximum est de 3 heures.

Cette méthode est très fiable mais difficile à utiliser dans le cadre de la planification à long terme, car elle nécessite un trafic complètement planifié. On cherche un taux de postes au contact pour un taux d'avions au contact.

On trace 2 courbes qui serviront à donner le résultat, en mouvements ou en nombre de passagers.

Courbe 1

- Axe des X : % de postes
 - Axe des Y : % de mouvements traités
- Courbe 2
- Axe des X : % de postes
 - Axe des Y : % de passagers traités

Les postes sont d'abord classés par ordre décroissant de rendement.

3.1.3.3.1.2. Méthode des ratios globaux

La méthode consiste à utiliser des rendements moyens en passagers ou en mouvements pour déduire le nombre de postes nécessaire pour traiter le trafic prévu sur l'année.

Utilisation du rendement moyen d'un poste (en mouvements)

Cette formule est donnée par l'ITAC (Instruction Technique des Aéroports Civils). En fonction du trafic prévu, on peut déduire de la formule suivante le nombre N de postes nécessaires pour l'aéroport :

$$N = \frac{\text{Nombre de mouvements annuels}}{\text{rendement moyen}}$$

Le rendement moyen retenu dans l'ITAC est de 2000 mouvements/an pour un poste.

Utilisation de ratios par passagers (méthode ADP)
Aéroports de Paris a développé une méthode similaire pour définir le nombre de postes par trafic (trafic régional, moyen courrier international, long courrier) mais avec un rendement de poste par passagers (et non par mouvements comme dans la méthode précédente).

3.1.3.1.3. Méthode de l'heure de pointe
Cette méthode repose sur le principe que le nombre de postes peut être défini à partir d'une heure de pointe représentative du trafic. Il en existe 4 variantes: voir tableau ci-dessous
L'avantage de la méthode de Horonjeff sur la méthode des ratios est qu'elle propose des paramètres (mais qu'il faudra déterminer avec précision) qui sont:

- Tps = temps moyen d'utilisation du poste
 - U: coefficient d'utilisation (reflète le rendement opérationnel du poste, c'est-à-dire la strémigé d'affectation des postes): $0,70 < U < 0,85$;
 - 0,7 reflète une utilisation d'avions opérant des vols longs courriers, et 0,85 celle d'avions opérant des vols moyens courtier
- Ces paramètres permettent de faire évoluer les caractéristiques des postes dans le temps. Ainsi peut-être prise en compte l'évolution de la flotte utilisée (proportions d'avions de type moyen courrier et d'avions de type long courrier). Les autres formules, issues d'une analyse statistique, peuvent être considérées comme plus statiques.
- En général les temps d'occupation des postes dépendent de la taille de l'avion et de la nature du service. Les temps les plus courts sont obtenus dans le cas d'un hub. Ainsi les temps sont en général de:

- 30 à 45 minutes pour un avion de faible tonnage (ATR42, Emb),
- 45 à 90 minutes pour un avion de moyen tonnage (A320, B737),
- 90 à 120 minutes pour un avion de gros tonnage (B747).

Des temps plus courts peuvent être observés pour le traitement des avions assurant un fonctionnement de style navette. Les temps d'occupation d'un poste peuvent ainsi descendre jusqu'à 30 minutes pour un A320.

Il est à noter toutefois que la formule utilise la valeur « Max Arr-Dep de la 40^e heure », l'hypothèse se étant que le maximum d'avions présents est atteint en même temps que le maximum de mouvements. D'après une étude ENAC¹⁶, ce n'est pas toujours le cas: c'est par exemple vrai à Paris et faux à Toulouse. À Toulouse, la pointe de stationnement se situe entre 11h30 et 13h30, elle correspond aux avions arrivés dans la matinée et repartant l'après-midi (départ d'une autre heure de pointe), alors qu'à Paris, les rotations sont plus rapides. L'évaluation du temps moyen d'utilisation du poste Tps se fait de la façon suivante. On peut associer Tps à la structure du trafic (types d'avions). On calcule alors le temps d'occupation pour chaque type, puis on calcule la moyenne:

$$Tps = \frac{(Tps_1 \times \%1) + (Tps_2 \times \%2) + \dots + (Tps_n \times \%n)}{\%1 + \%2 + \dots + \%n}$$

% vols cat i: % des avions de catégorie i

Par ailleurs, l'évaluation du coefficient d'utilisation U se fait pour un trafic observé: $U = \text{Nombre d'avions (Max Arr-Dep de la 40^e heure)} \times Tps / \text{nombre de postes actifs observés}$.

¹⁶ Méthode d'évaluation des besoins en postes de stationnement. Application à Toulouse-Blagnac, mémoire de fin d'études du master spécialisé en management aéroportuaire présenté par J. Perlequin, septembre 1998.

	Trafic de pointe
ratio formule n° 1: $N = 1,6 \times \text{Traf } 40^e \text{ heure} / \text{Max (Arr, Dep)}$	Maximum d'arrivées ou de départs du trafic de 40 ^e heure
ratio formule n° 2: $N = 1,6 \times \text{Traf } 40^e \text{ heure} / \text{Total (Arr, Dep)}$	Le trafic total arrivées + départs de la 40 ^e heure
formule ADP: $N = 1,2 \times \text{Traf } 40^e \text{ heure} / \text{Total (Arr, Dep)}$	Le trafic total arrivées + départs de la 40 ^e heure
formule Horonjeff: $N = \frac{\text{Traf } 40^e \text{ heure}}{\text{Max (Arr, Dep)} \times Tps}$	Maximum d'arrivées ou de départs du trafic de 40 ^e heure

Tableau des cadences élémentaires estimées par le logiciel MACAO

Cadences arrivées (arriv)		Cadences départs (dep)	
Avion	Type	Avion	Type
A320	11:00	A320	11:00
A320	11:15	A320	11:15
A320	11:30	A320	11:30
A320	11:45	A320	11:45
A320	12:00	A320	12:00
A320	12:15	A320	12:15
A320	12:30	A320	12:30
A320	12:45	A320	12:45
A320	13:00	A320	13:00
A320	13:15	A320	13:15
A320	13:30	A320	13:30
A320	13:45	A320	13:45
A320	14:00	A320	14:00
A320	14:15	A320	14:15
A320	14:30	A320	14:30
A320	14:45	A320	14:45
A320	15:00	A320	15:00
A320	15:15	A320	15:15
A320	15:30	A320	15:30
A320	15:45	A320	15:45
A320	16:00	A320	16:00
A320	16:15	A320	16:15
A320	16:30	A320	16:30
A320	16:45	A320	16:45
A320	17:00	A320	17:00
A320	17:15	A320	17:15
A320	17:30	A320	17:30
A320	17:45	A320	17:45
A320	18:00	A320	18:00
A320	18:15	A320	18:15
A320	18:30	A320	18:30
A320	18:45	A320	18:45
A320	19:00	A320	19:00
A320	19:15	A320	19:15
A320	19:30	A320	19:30
A320	19:45	A320	19:45
A320	20:00	A320	20:00
A320	20:15	A320	20:15
A320	20:30	A320	20:30
A320	20:45	A320	20:45
A320	21:00	A320	21:00
A320	21:15	A320	21:15
A320	21:30	A320	21:30
A320	21:45	A320	21:45
A320	22:00	A320	22:00
A320	22:15	A320	22:15
A320	22:30	A320	22:30
A320	22:45	A320	22:45
A320	23:00	A320	23:00
A320	23:15	A320	23:15
A320	23:30	A320	23:30
A320	23:45	A320	23:45
A320	24:00	A320	24:00

3.1.2. Outils

3.1.2.1. Principaux types

Deux principaux types d'outils existent pour évaluer la capacité horaire: les outils algorithmiques ou analytiques, et les outils de simulation en temps accéléré.

Prenant en compte un nombre plus élevé de paramètres, ils permettent d'estimer plus finement la capacité horaire. Les résultats sont plus proches de la réalité.

3.1.2.2. Outil analytique ou algorithmique: l'exemple de MACAO pour le système de piste(s)

3.1.2.2.1. Principe de calcul

Dans ce type d'outils, le nombre de paramètres pris en compte est en général compris entre 20 et 30. Les valeurs des paramètres sont fixes pour deux raisons:

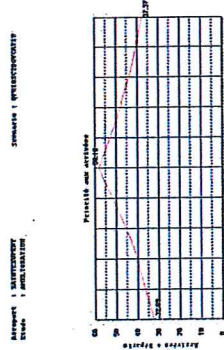
- la nature matricielle du calcul nécessite des valeurs fixes. Il est possible d'utiliser des courbes de probabilités pour décrire un paramètre dans un calcul matriciel, mais la méthode de calcul est plus lourde à mettre en œuvre, même sur support informatique,
- la description d'un paramètre par une courbe de probabilités nécessite un grand nombre de mesures. Appliquée à chaque paramètre, cette phase d'analyse prend beaucoup de temps.

Le principe de calcul consiste à prendre en compte les données d'entrée descriptives de l'infrastructure, du trafic, des procédures et des performances des avions présents sur la plate-forme. Ces données sont ensuite réparties sous forme de matrices prenant en compte les types d'avions.

La combinaison matricielle permet d'évaluer les temps de séparation entre avions pour chaque type de séquences (arrivées-arrivées, arrivées-départ, départ-arrivées, départ-départ). Ces temps de l'ordre de quelques dizaines de secondes à quelques minutes déterminent donc une fréquence d'occurrence de mouvements dans le système de pistes considéré. Cette fréquence permet d'en déduire le nombre de mouvements qui peuvent être traités pendant une heure.

3.1.2.2.2. Estimation de la capacité théorique
Le STBA dispose d'un logiciel d'évaluation de la capacité horaire théorique d'une piste et d'un doublet de pistes parallèles ou sécantes, actuellement appelé MACAO. Les paragraphes qui suivent s'inspirent de son fonctionnement. Ce logiciel nécessite en entrée des données descriptives du système de piste(s) et de son fonctionnement et correspond aux:

- données de trafic: proportion de 4 catégories d'avions par rapport au volume total de trafic,
 - données « réglementaires » de circulation aérienne: espacements minimaux dus à la turbulence de sillage, longueur de la trajectoire d'approche finale, espacement minimal radar, 'verrou' de piste, limite d'autorisation d'atterrir,
 - données relatives à l'utilisation des pistes par les 4 catégories d'avions: vitesses d'approche, temps d'occupation de piste à l'arrivée et au départ, temps de stabilisation à l'arrivée, temps de traversés de piste, nombre de points de traversés de piste, temps d'occupation partielle de piste à l'arrivée pour les systèmes de pistes parallèles dépendantes.
- L'ensemble de ces données permet d'estimer l'intervalle de temps (aussi appelé cadences élémentaires) entre chaque avion de chaque catégorie pour les séquences élémentaires suivantes:
- AA: un atterrissage est suivi d'un atterrissage,
 - DD: un décollage est suivi d'un décollage,



Courbe de capacité théorique obtenue avec MACAO

- AD: un atterrissage est suivi d'un décollage,
 DA: un décollage est suivi d'un atterrissage.
- Ces cadences élémentaires sont évaluées entre chaque catégorie d'avions.
- Les quatre catégories d'avions sont définies par l'utilisateur¹⁷. A titre d'exemple, dans certaines études les catégories retenues étaient:
- catégorie 1: avions dont la masse est inférieure à 7 tonnes,
 - catégorie 2: avions dont la masse est comprise entre 7 et 40 tonnes,
 - catégorie 3: avions dont la masse est comprise entre 40 et 136 tonnes,
 - catégorie 4: avions dont la masse est supérieure à 136 tonnes.
- Dans d'autres études, les catégories étaient les suivantes:
- catégorie 1: avions turbo-propulsés dont la masse est comprise entre 7 et 40 tonnes,
 - catégorie 2: avions jet régionaux dont la masse est comprise entre 7 et 40 tonnes,
 - catégorie 3: avions dont la masse est comprise entre 40 et 136 tonnes,
 - catégorie 4: avions dont la masse est supérieure à 136 tonnes.

¹⁷ Les évolutions futures du logiciel permettront à l'utilisateur de choisir parmi 5 catégories d'avions.

Il est possible de choisir des catégories différentes d'avions en fonction de l'étude car le logiciel ne figure pas les paramètres d'entrées. Ils doivent être entrés par l'utilisateur. Ce choix a été fait afin d'offrir une plus grande souplesse d'utilisation.

Les intervalles de temps entre les avions de chaque catégorie pour chaque séquence élémentaire permettent de déduire le flux d'avion sur une heure.

Le logiciel trace la courbe de capacité technique théorique en fonction du pourcentage d'arrivées et de départs pour une structure de trafic (pourcentage des catégories d'avions) et pour une stratégie de gestion (priorité aux départs ou priorité aux arrivées).

Il peut aussi tracer le nombre de mouvements en fonction des nombres de départs (en abscisse) et d'arrivées (en ordonnées).

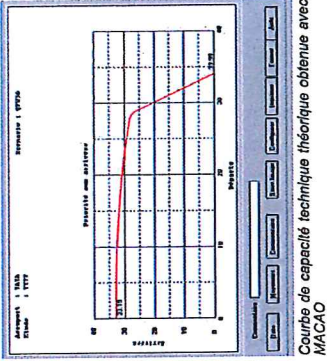
Ainsi, les répartitions des quatre catégories d'avion permettent d'obtenir les trois capacités techniques théoriques particulières:

- CT_A : capacité technique théorique pour des séquences AA,
- CT_D : capacité technique théorique pour des séquences DD,
- CT_{A+D} : capacité technique théorique pour des séquences AD+DA (lorsque l'enchaînement des avions alterne atterrissage et décollage).

A partir de ces capacités techniques théoriques, sont ensuite déduites les capacités opérationnelles pour les mêmes séquences.

3.1.2.2.3. Estimation de la capacité opérationnelle

La méthode algorithmique permet donc de prendre en compte les principaux facteurs qui entrent dans le calcul de la capacité horaire. La nature matérielle du calcul nécessite des valeurs fixes. Certaines sont obtenues en moyennant des observations telles que les temps d'occupation de piste, les vitesses d'approche, les temps de croisement. D'autres sont théoriquement fixes par nature telles que les espacements radar, les séparations entre avions en raison des turbulences de sillage, la longueur d'approche finale, la limite d'autorisation d'atterrir et le ventrou.



Courbe de capacité technique théorique obtenue avec MACAO

Les capacités techniques théoriques sont estimées à partir des cadences élémentaires, elles-mêmes évaluées dans une situation optimale (les avions sortent à la sortie optimale, les vitesses sont les mêmes pour tous les avions d'une même catégorie...). Or, en réalité, à chaque instant il existe des variations des valeurs des paramètres d'entrée retenus. La capacité représente un flux d'avions mais la valeur de ce flux varie en fonction des éléments qui le composent.

Les capacités techniques opérationnelles (CO), prenant en compte la variabilité des paramètres, sont évaluées à partir des capacités techniques théoriques auxquelles sont appliqués les coefficients opérationnels.

On en déduit les trois composantes de CO :

- $CO_A = CT_A \times Coef_A$
- $CO_D = CT_D \times Coef_D$
- $CO_{A+D} = CT_{A+D} \times Coef_{A+D}$

Trois coefficients opérationnels, $Coef_A$, $Coef_D$, $Coef_{A+D}$, sont alors estimés pour les trois séquences AA, DD, AD+DA. La mesure des coefficients permet donc de prendre en compte la variabilité observable dans la réalité.

L'outil utilisé reste souple et nécessite donc de prendre en compte a posteriori des corrections reflétant la réalité opérationnelle.

Parmi les principaux facteurs influençant le niveau des coefficients opérationnels, sont identifiables:

- les séparations entre avions,
- le comportement différent des pilotes.

Dans les modèles, les séparations entre avions sont

théoriques. En réalité, les facteurs suivants ont une influence sur elles:

- Infrastructures:**
- le nombre de sorties et leur distribution spatiale permettent d'avoir ou non la certitude de faire quitter la piste rapidement à tous les types d'avions, quelles que soient leur masse, leur vitesse, les conditions météorologiques... (niveau de prévisibilité du fonctionnement pour les arrivées),
 - le niveau de fluidité de la circulation sur les voies de circulation,
 - l'existence d'une voie de circulation centrale entre 2 pistes. Dans le cas d'un double standard, elle permet d'optimiser la traversée de piste pour plusieurs avions.

Type de trafic:

- Le niveau de fonctionnement en hub par rapport au trafic classique. A partir d'un pourcentage de fonctionnement en hub, les infrastructures facilitent ou non la circulation au sol, surtout à la période correspondant à la fin de la vague d'arrivées et au début de la vague de départs.

Procédures:

- La complexité des procédures oblige à prendre des marges de sécurité. Une procédure complexe ne permet pas de prédire exactement les séparations en sortie de la trajectoire, en fonction du vent, de la masse de l'aéronef, du pilotage, du type d'avion, etc.

Le comportement différent des pilotes est un facteur en soi, mais il influence les paramètres précédents à travers les paramètres suivants:

- temps de réaction des pilotes à une clairance,
 - vitesses d'approche et de décollage différentes,
 - distances de freinage différentes,
 - points de toucher des roues différents.
- Ces paramètres opérationnels tendent à augmenter l'intervalle de temps entre les avions, et donc diminuent la capacité théorique.

Les trois valeurs $Coef_A$, $Coef_D$, $Coef_{A+D}$ sont en général déterminées par la Division circulation aéroport de l'aéroport de la manière suivante:

- calcul de CT_A , CT_D et CT_{A+D} pour la situation observée à l'aide de l'outil MACAO ou d'un outil équivalent,
- mesure des débits de trafic admissibles D_A , D_D et D_{A+D} . Sur un aéroport, il n'y a jamais 60

minutes successives, c'est-à-dire une heure complète, comportant un flux uniquement d'arrivées, ni uniquement de départs, ni de séquences enchaînées successivement une arrivée et un départ. Les débits de trafic D_A , D_D et D_{A+D} sont des débits horaires moyens calculés à partir de flux observés lors de périodes de quelques minutes respectivement d'arrivées, de départs et de mélange arrivées-départs. En effet, au cours d'une journée, il existe bien des périodes de durée différente durant lesquelles il y a un flux uniquement d'arrivées, ou uniquement de départs, ou de séquences enchaînées successivement une arrivée et un départ.

- Coef_A = D_A/CT_A ; Coef_D = D_D/CT_D ; Coef_{A+D} = D_{A+D}/CT_{A+D}

La capacité opérationnelle est ensuite estimée pour chaque heure d'une journée de trafic. Cette dernière doit être représentative du trafic de l'aéroport. Ce choix est fait localement ou construit à partir des prévisions de trafic. Les données de trafic fournissent, pour chaque heure de la journée, la proportion des catégories d'avions et la proportion de séquences AA, DD, AD + DA, notées respectivement X_{AA} , X_{DD} , X_{A+D} .

Pour chaque heure de la journée, la capacité technique opérationnelle est évaluée par la formule suivante:

$$CO = X_{AA} CO_A + X_{DD} CO_D + X_{A+D} CO_{A+D}$$

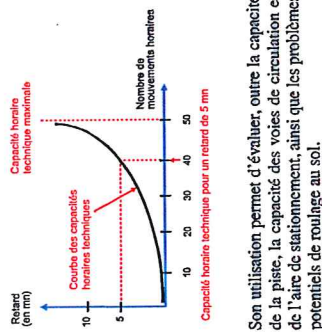
3.1.2.3. Outils de simulation

3.1.2.3.1. Principe d'utilisation

Les outils de simulation classiques permettent de créer des objets (avions, passagers, bagages, etc.) qui se meuvent dans les différentes parties de l'aéroport ou de l'espace aérien considérés. En analysant les mouvements et les flux de ces objets à différents endroits de l'infrastructure et en considérant le temps passé par un objet entre deux points, les modèles de simulation permettent de mesurer des quantités (d'avions, de passagers, de bagages...) ou des retards.

Dans la partie 5, les différents outils de simulation utilisés pour les études de capacité sont présentés en détail.

En général, ces outils ne mesurent pas directement la capacité. Elle est déterminée à partir du niveau de retard mesuré pour un volume de trafic injecté dans le modèle. Cette approche est utilisable pour déterminer la capacité horaire technique.



Son utilisation permet d'évaluer, outre la capacité de la piste, la capacité des voies de circulation et de l'aire de stationnement, ainsi que les problèmes potentiels de roulage au sol.

3.1.2.3.2. Processus

Quel que soit l'outil de simulation choisi, le processus à suivre est le suivant:

- entrer les données complètes d'infrastructure, et les procédures aériennes, de roulage et de traitement des avions dans les différentes zones de l'aéroport (postes de stationnement, dégivrage, aires de circulation),
- entrer une structure de trafic ou une période de trafic. Le trafic peut être généré à partir d'une structure définie sur une période (heure, jour, née), ou bien il peut être entré vol par vol à partir d'un trafic défini précisément sur une période (pointe de quelques heures ou journées),
- entrer les performances des avions.

3.1.2.3.3. Apports de la simulation pour les aires de stationnement

Pour évaluer les retards induits par le nombre de postes choisis, il faut utiliser un simulateur (du type SIMMOD). L'utilisation d'un simulateur implique la connaissance d'un trafic planifié sur la période de pointe ou sur la journée.

Les retards non locaux sont pris en compte dans le simulateur, il permet de définir une distribution de retards sur un pourcentage des vols.

La modification des postes permet de les affecter aux compagnies aériennes ou aux types d'avion, et de gérer dans le temps leur (re) configuration selon les catégories d'avions.

La simulation fournit ensuite des éléments chiffrés sur les temps d'occupation par poste, sur le nombre de mouvements en attente et sur les retards générés localement sur les postes.

3.1.3. Procédure actuelle d'une étude

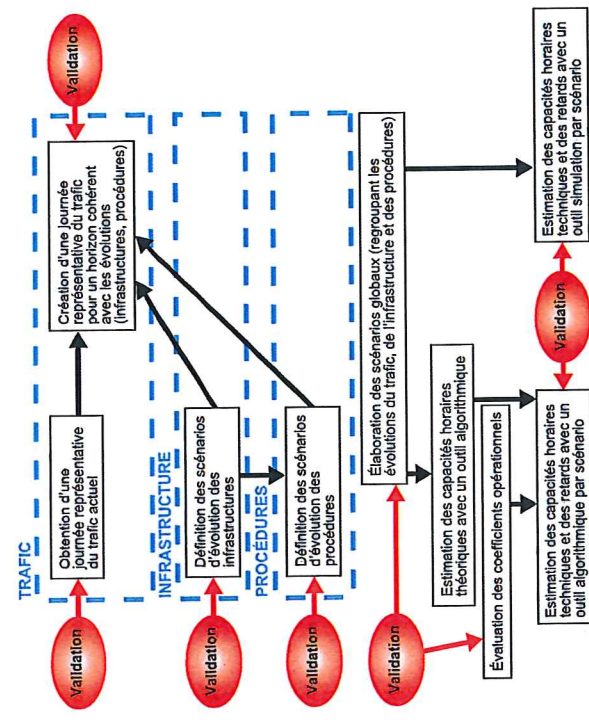
Il existe deux types d'étude de capacité: les études de capacité dans le cadre de la planification de l'évolution d'un aéroport, et les études de capacité permettant de déterminer la capacité de programmation d'un aéroport en vue de la mise en place de sa coordination.

3.1.3.1. Planification

Les objectifs des études de capacité côté piste peuvent être:

- l'analyse et la comparaison de scénarios d'évolution d'infrastructures, de trafic et/ou de procédures,
- d'établir un phasage de l'évolution.

Les tâches nécessaires sont décrites dans l'organigramme suivant:



Les étapes nécessaires à la réalisation de l'étude sont:

- prise en compte de la demande formulée par le maître d'ouvrage (DRE ou DAST) ou le maître d'œuvre¹⁸ (DDE ou SSBA) de la constitution des documents de planification,
- recueil des données en entrée au travers d'enquêteurs, d'un formulaire type (cf. annexe 8), de documents existants (prévision de trafic, plan de développement du gestionnaire...), et de mesures (coefficients opérationnels et des temps d'occupation de piste, temps de traitement des avions aux postes de stationnement...),
- élaboration des hypothèses d'entrée en matière de trafic, procédures et infrastructure,

¹⁸ cf. l'instruction n° 3719/SSBA du 17 décembre 1996: *essentiels du dispositif de planification aéroportuaire*

- validation des hypothèses retenues par les services impliqués dans la demande (maître d'ouvrage, maître d'œuvre et autres, tels que la Division circulation aérienne),
- évaluation des capacités techniques.

- validation des résultats par les services impliqués dans la demande (maître d'ouvrage, maître d'œuvre et autres, tels que la Division circulation aérienne).

3.1.3.2. Études de coordination

Le règlement européen 95/93 fixe les conditions d'attributions des créneaux horaires des aéroports de l'Union Européenne. Il précise les modalités de mise en application du processus de coordination sur les aéroports saturés. Il est notamment demandé qu'une étude de capacité soit entreprise par une méthode reconnue.

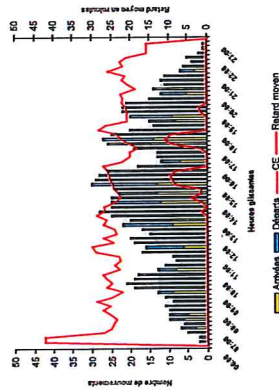
Les études de capacité pour la mise en place d'une coordination ont un processus un peu différent de celui demandé pour les études réalisées dans le cadre de la planification.

En général, le nombre de scénarios d'infrastructure, de procédures et de trafic est moindre dans la mesure où les scénarios retenus sont élaborés à court terme (à un an) et que l'étude de coordination est demandée car l'infrastructure ne peut plus vraiment évoluer. Les améliorations retenues dans les scénarios restent marginales.

3.1.3.3. Types de résultats

3.1.3.3.1. Période d'analyse

Les hypothèses de trafic déterminent la structure de trafic, c'est-à-dire la proportion des catégories d'avions et le mélange arrivées-départs. Cette

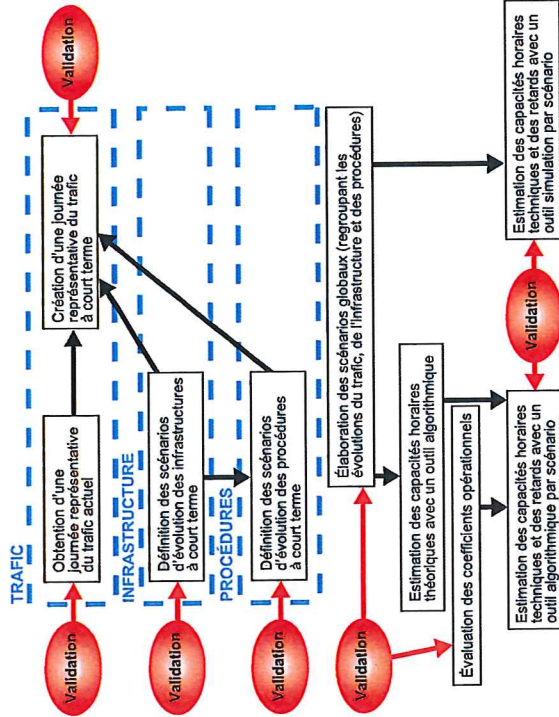


structure est analysée sur n'importe quelle période de temps. Elle peut être une fraction d'heure, une heure, un ensemble d'heures, une journée, une année. Elle doit servir à définir une structure de trafic représentative du trafic de la plate-forme.

3.1.3.3.2. Type de résultat

La méthode algorithmique évalue une capacité technique horaire exprimée en nombre de mouvements d'avions par heure. Elle estime la capacité pour un mélange en arrivées et départs et une proportion de catégories d'avions (cf. courbes de capacité théorique en 3.1.3.2.2).

Elle peut être appliquée au trafic d'une journée entière. Ainsi, pour chaque heure glissante de la journée, la structure du trafic est analysée (proportion d'arrivées et de départs, proportion de chaque catégorie d'avions) et la capacité horaire technique résultante est estimée.



L'estimation des capacités techniques horaires pour chaque heure glissante d'une journée retenue permet d'obtenir la courbe présentée.

Cette méthode permet de calculer la capacité qu'il faut pour passer le trafic de pointe tout en respectant la structure de trafic sur la journée, et ce afin d'éviter une surestimation de la capacité disponible à des moments où le mélange est défavorable

et induit une capacité technique horaire plus basse. Une estimation des retards peut être effectuée, comme présentée sur la courbe ci-avant, en comparant ces capacités à la demande initiale (trafic). Le retard est davantage considéré ici comme un indicateur de performance plutôt qu'une prévision précise du retard.

3.2. Méthodes de calcul de capacité pour une aérogare

Le présent manuel traite de la capacité sur une heure (capacité horaire). Pour des raisons de fonctionnement (présence d'un hub...), il peut être plus pertinent de considérer une unité de temps différente de l'heure (durée d'une plage de hub...). Dans des cas, le principe de calcul de la capacité par les méthodes suivantes reste les mêmes que celles décrites dans le présent manuel.

Au paragraphe 2.2.2.1., il est indiqué que les conditions de circulation des flux de passagers et de leurs bagages entre les différentes formalités dont ils ont à s'acquitter, constitutives de la fonction trafic déterminent la capacité horaire.

En effet, l'aérogare peut être considérée comme une succession de zone de stockage (zone d'attente) et de filtres permettant le passage d'une zone à l'autre (enregistrement, points de contrôles). Le maillon le plus faible de cette chaîne conditionne la capacité de l'ensemble.

Cette partie présente trois méthodes applicables pour calculer les différentes capacités horaires et la capacité annuelle d'une aérogare, ces méthodes reposent sur des principes très différents. Il s'agit de :

- la méthode des ratios,
- la méthode de simulation,
- la méthode analytique comparative.

3.2.1. Paramètres à prendre en compte

Au paragraphe 1.3.2., la capacité horaire technique pour une aérogare est explicitée selon les différents paramètres ci-dessous :

3.2.1.1. Calcul de la capacité horaire

3.2.1.1.1. Calcul de la capacité horaire globale
La capacité horaire globale ou C_p dépend des paramètres suivants :

- surface hall arrivée (si halls spécialisés),
- surface totale salle livraison bagage ou Surface salle de livraison national (si salles spécialisées),
- surface tri bagage départ.

3.2.1.1.4. Calcul de la capacité horaire arrivée internationale

La capacité horaire arrivée internationale ou $C_{a_{international}}$ dépend des paramètres suivants :

- surface embarquement (si halls spécialisés),
- surface enregistrement (si halls spécialisés),
- surface contrôle sûreté (dont la surface d'attente),
- surface contrôle police arrivée (dont la surface d'attente),
- surface contrôle douanes arrivées (dont la surface d'attente),
- surface totale salle livraison bagage ou Surface salle de livraison internationale (si salles spécialisées),
- surface tri bagage arrivées,
- nombre de postes de contrôle identité arrivées,
- nombre de postes de contrôle des douanes.

3.2.1.1.5. Calcul de la capacité horaire départ national

La capacité horaire départ national ou $C_{d_{national}}$ dépend des paramètres suivants :

- surface hall départ (si halls spécialisés),
- surface enregistrement (dont la surface d'attente),
- surface contrôle sûreté (dont la surface d'attente),
- surface contrôle douanes arrivées,
- surface embarquement national, fait faire un calcul pour chaque type et additionner pour obtenir la capacité totale),
- surface tri bagage départ,
- nombre PIF,
- nombre de banquettes d'enregistrement,

- nombre et type d'appareils pour le contrôle sûreté des bagages de soutes.

3.2.1.1.6. Calcul de la capacité départ horaire international

La capacité horaire départ international ou $C_{d_{international}}$ dépend des paramètres suivants :

- surface hall départ (si halls spécialisés),
- surface enregistrement (dont la surface d'attente),
- surface contrôle sûreté (dont la surface d'attente),
- surface contrôle sûreté des bagages de soute,
- surface contrôle police départ,
- surface embarquement international,
- surface tri bagage départ,
- nombre PIF,
- nombre de postes de contrôle identité au départ,
- nombre et type d'appareils pour le contrôle sûreté des bagages de soutes.

3.2.1.1.7. Calcul de la capacité horaire départ national

La capacité horaire départ national ou $C_{d_{national}}$ dépend des paramètres suivants :

- surface hall départ (si halls spécialisés),
- surface enregistrement (dont la surface d'attente),
- surface contrôle sûreté (dont la surface d'attente),
- surface contrôle sûreté des bagages de soute,
- surface contrôle douanes arrivées,
- surface embarquement national, fait faire un calcul pour chaque type et additionner pour obtenir la capacité totale),
- surface tri bagage départ,
- nombre PIF,
- nombre et type d'appareils pour le contrôle sûreté des bagages de soutes.



Aérogare de Tarbes-Ossun-Lourdes - Zone d'attente non matérialisée devant les banques d'enregistrement, hors période d'enregistrement



Aérogare de Tarbes-Ossun-Lourdes - Zone d'attente non matérialisée devant les banques d'enregistrement, pendant un enregistrement

3.2.1.2. Mesure des surfaces

Quelle que soit la méthode utilisée, le calcul des différentes capacités horaires exige une mesure de la surface des différentes zones et un comptage du nombre d'équipements utilisables.

Ce paragraphe a pour but de donner une méthode d'attribution des surfaces aux différentes zones. En effet, les différentes zones ne sont pas toujours séparées matériellement (par une cloison par exemple).

La surface du hall public soit départ, soit arrivée comporte la surface accessible au public après avoir retranché les surfaces d'attente devant les divers comptoirs (compagnies aériennes, information, loueurs de voiture et autres), banques d'enregistrement et poste d'inspection filtrage. De plus si la largeur du hall public est inférieure à 2 m, cette surface ne doit pas être prise en compte car elle ne peut servir que d'espace de circulation et pas de zone d'attente.

Par exemple, certaines aérogares manquent de profondeur devant des banques d'enregistrement. Cela génère des zones de conflit avec d'autres zones d'attente ou avec les entrées de l'aérogare. Les surfaces peuvent être réparties de la sorte pour prétendre offrir des conditions de fonctionnement

satisfaisantes (sans créer de perturbation dans les circulations) :

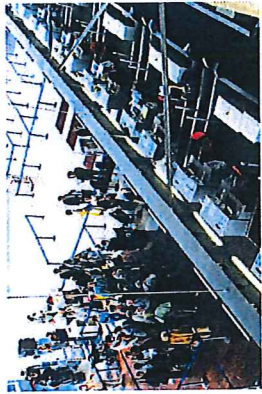
Les surfaces servant de circulation (nécessaires au bon fonctionnement de la zone notamment pour celle servant à l'attente à l'enregistrement) dans ce cas-là ne sont pas comptabilisées comme des surfaces appartenant au hall public.

Dans un premier temps et sans approche opérationnelle qui impose une analyse du fonctionnement sur le site, les surfaces d'attente sont calculées en prenant un recul de :

- 2 m au plus devant les comptoirs, commerces, (compagnie, tour opérateur, information, autres)
- 15 m au plus devant les banques d'enregistrement,
- 10 m au plus devant les postes d'inspection filtrage, ceux du contrôle police (arrivée et départ) et celui du contrôle douanier

Ces distances de recul peuvent le cas échéant être diminuées si cela génère des conflits entre 2 zones, si cela ne permet pas aux personnes de circuler dans de bonnes conditions ou si du mobilier limite ce recul.

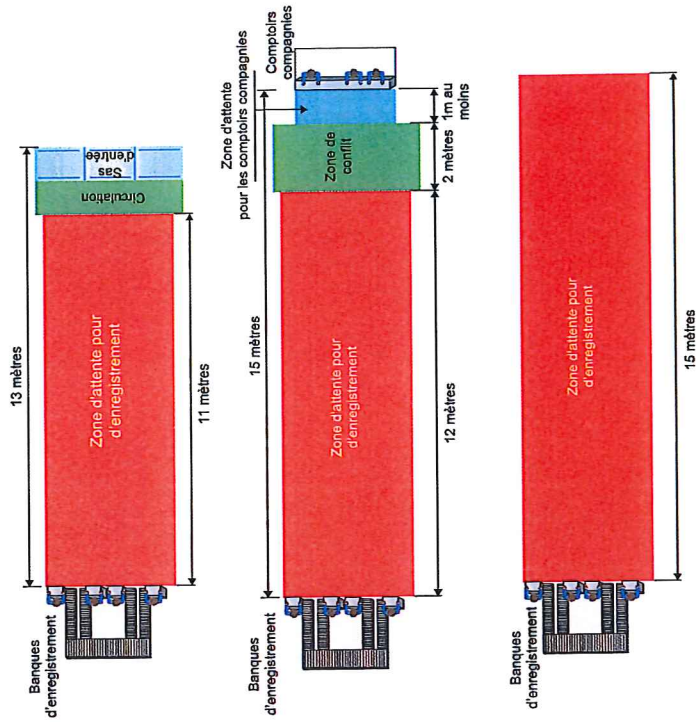
Les schémas ci-après sont donnés à titre explicatif :
Schémas type pour des banques d'enregistrement



Zone d'attente matérialisée devant les banques d'enregistrement



Zone d'attente matérialisée devant le comptoir compagnie



Exemple illustrant une répartition possible en cas de chevauchement de zone

de flux libre; pas de retard, excellent niveau de confort.

niveau B: haut niveau de service, condition de flux stable, très peu de retards, haut niveau de confort.

niveau C: bon niveau de service, condition de flux stable, retards acceptables, bon niveau de confort.

niveau D: niveau de service convenable, condition de flux instable, retards acceptables pour de petites périodes, niveau de confort convenable.

niveau E: niveau de service insuffisant, condition de flux instable, retards inacceptables, niveau de confort insuffisant.

niveau F: niveau de service inacceptable, condition de croisement de flux, rupture du système, retards insupportables, niveau de confort insupportable.

Pour calculer avec plus de finesse la capacité d'une aérogare, il est possible d'utiliser des ratios de dimensionnement plus précis. Ceux d'IATA peuvent servir de référence et sont donnés en annexe 10.

3.2.3. Méthode de simulation

Cette méthode a pour but de simuler les flux des passagers dans les différentes zones de l'aérogare. On utilise des modèles mathématiques afin de simuler le cheminement des passagers et de leurs bagages dans l'aérogare lors des processus arrivées et départ.

La simulation du cheminement d'un passager est réalisée depuis son entrée dans l'aérogare (hall public, ou descente de l'avion) jusqu'à sa sortie (du hall public ou montée dans l'avion). La méthode consiste à simuler le comportement de passagers types. Le type d'un passager dépendra:

- typologie de passagers: haute contribution, affluente, groupe (tour-opérateur),
- typologie des vols: régulier, charter, bas coût,
- origine - destination (national - international).

Zone	Niveau de service (m ² /Occupant)					
	A	B	C	D	E	F
Enregistrement	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	
Zones publiques	2,7	2,3	1,9	1,5	1,0	rupture
Embarquement	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	du
Livraison bagages	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	système
Contrôles	1,4	1,2	1,0	0,8		0,6

Tableau des ratios de surface proposés par IATA

En effet, selon ces critères, un passager ne se comportera pas de la même façon. Ainsi, un passager dit « affaire » sur un vol régulier aura tendance à se présenter plus tard à l'enregistrement qu'un passager affinitaire sur un vol d'une compagnie bas coût. Le comportement des passagers est plus facile à simuler pour un passager à l'arrivée que pour un passager au départ. L'heure d'entrée dans l'aérogare d'un passager à l'arrivée est à quelques minutes près l'heure d'arrivée de son avion. Les passagers descendant tous de l'avion, se dirigent tous vers la salle de livraison des bagages de suite (après avoir passé un contrôle d'immigration pour les vols hors Schengen), passent dans le hall public. Ce n'est qu'à partir de ce moment que les comportements diffèrent.

Pour un passager au départ, jusqu'à son entrée dans la salle d'embarquement (espace où les passagers sont canalisés et « stockés »), des choix lui seront proposés à chaque étape de son parcours. Des services (commerces, restauration, autres) lui sont en général proposés en plus des formalités dont il a à s'acquiescer.

Pour un passager au départ, la chronologie de son cheminement est calculée à partir soit de l'heure limitée d'enregistrement, soit de l'heure limite d'embarquement.

Pour un passager à l'arrivée, la chronologie de son cheminement est calculée à partir de l'heure d'arrivée de son avion.

Une fois que les comportements types des passagers ont été modélisés, il faut simuler des journées de trafic type:

- typologie des vols: régulier, charter, bas coût,
- origine - destination (national - international),
- type d'appareil et taux de remplissage,
- pourcentage de chaque type de passager.

Il faut en outre connaître les modalités de fonctionnement et temps de traitement par type de passagers de différents filtres.

En suite, il faut faire tourner le modèle en ajoutant des vols jusqu'à l'obtention de la saturation d'une zone d'attente. Avec cette méthode, il est possible de connaître le nombre de passagers présents à un instant donné et dans chaque zone de l'aérogare.

Il faut ensuite calculer le nombre de passagers maximal que chaque zone ou module peut traiter. Le même type d'opération doit être réalisé pour les bagages de soute.

Cette méthode relativement fine suppose donc:

- une connaissance du comportement et de la mobilité des passagers; cette connaissance est notamment liée à la signalétique, la lisibilité et la compréhensibilité des circuits empruntés par les passagers;
- une évaluation des temps de traitement des passagers aux différents filtres compte tenu de leur configuration et de leur fonctionnement;
- une connaissance du trafic possible,
- la maîtrise technique des logiciels utilisés pour simuler les flux.

La fiabilité des résultats obtenus dépendra de la finesse des hypothèses faites sur le comportement des passagers, l'écoulement des flux d'un point à un autre et de la modélisation du fonctionnement des différents filtres.

Remarque:

- cette méthode requiert des ressources en matière de savoir faire, de logiciel et de qualité des données,
- la simulation du comportement d'un passager peut être plus ou moins précise,
- il est possible de simuler des vols types, puis de superposer et agréger des vols. Ces vols types peuvent être obtenus soit par le calcul, soit en réalisant des comptages. Dans ce dernier cas, on parle de courbes de présentation.

3.2.4. Méthode analytique comparative

Il s'agit de repérer dans une sorte de catalogue de fiches descriptives d'aérogares déjà réalisés ou étudiées, celles dont les caractéristiques de trafic et d'exploitation sont les plus voisines de ce que l'on étudie. Par référence à ce catalogue, il est alors possible d'estimer les différentes capacités horaires.

La difficulté de cette méthode réside dans la mise au point de ce catalogue qui doit posséder les qualités suivantes:

- être assez fourni pour présenter des cas suffisamment rapprochés du cas étudié permettant une interpolation réaliste de la plupart des éléments des sous-systèmes;
- être suffisamment détaillé dans la décomposition des installations afin de donner une idée précise du fonctionnement des sous-systèmes pris en référence en comparaison de celui utilisé dans l'aérogare étudiée;

- être complété par des commentaires donnant une évaluation de l'adéquation entre les surfaces ou les équipements et les caractéristiques d'exploitation de ces installations.

- se référer à des aérologes étudiés en utilisant la même méthode (répartition et mesure des surfaces).

On peut dire que la méthode s'applique à tout type d'aérogare dans la mesure où le catalogue de fichiers est suffisamment bien fourni pour offrir un ou des cas semblables à celui étudié.

Même sans être utilisée comme méthode de calcul de capacité, elle est recommandée en tant que test de cohérence des résultats trouvés par une autre méthode.

Cette méthode est plus souvent utilisée lors d'un dimensionnement d'un aérogare. En effet, dans le cas d'une extension ou de la création d'un nouvel aérogare, la capacité de l'aérogare devient l'objectif à atteindre, le niveau de qualité de service et le mode de fonctionnement sont connus. Il est alors intéressant et instructif de « voir » comment d'autres aérologes traitent et saisissent ce trafic.

Cela permet de reprendre des modes de fonctionnement efficaces et d'essayer d'éviter de reproduire ceux qui causent des problèmes d'exploitation.

3.2.5. Exemple de calcul de capacité avec la méthode des ratios

L'exemple choisi est l'aérogare de Metz Nancy Lorraine. Les plans utilisés pour les mesures des surfaces datent de 2000.

Cette aérogare est constituée par :

- un sous-sol servant pour le catering et de zone de stockage,
 - une mezzanine servant de bureau (fonction administrative principalement),
 - un rez-de-chaussée servant au traitement des passagers et de leurs bagages, les services offerts aux passagers se situent aussi à ce niveau.
- Les ratios qui sont utilisés dans cet exemple n'ont pas fait l'objet d'une validation par le gestionnaire, les utilisateurs (sociétés d'assistance en escale, de contrôle sûreté et autres) ou des services de l'état.

3.2.5.1. Mesure des surfaces

Les schémas ci contre indiquent les limites du périmètre des différentes zones.

La zone de recul devant les banques d'enregistre-

ment a été limitée par la présence de fauteuils à 11 m.

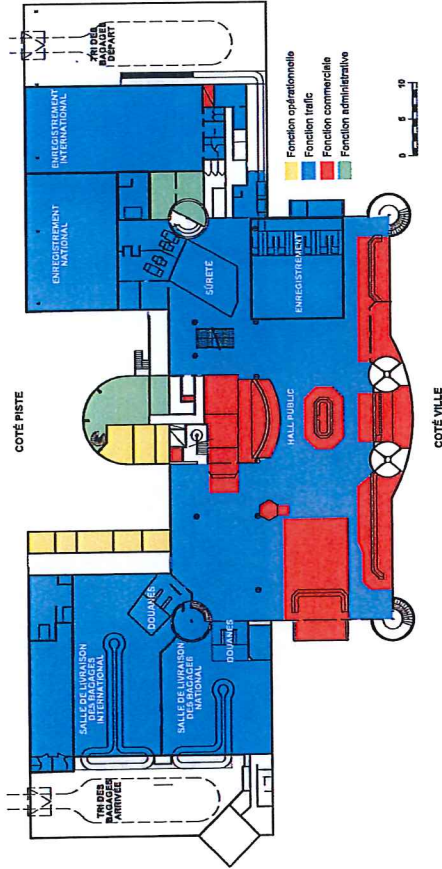
De même, la zone d'attente en amont des postes d'inspection filtrage pour les passagers et leurs bagages de cabine a été limitée afin de laisser des zones de circulation autour de la zone d'attente devant les banques d'enregistrement.

Les zones d'attentes en amont des postes de contrôle des douanes (salle de livraison des bagages de soute) ont été réduites (10 mètres recommandés) afin de laisser une zone libre autour des tapis de livraisons des bagages (3 mètres recommandés). Cet espace doit permettre aux passagers d'attendre le passage de leur(s) bagage(s) et de circuler (avec ou sans chariot).

La zone du hall public correspond à la surface restante une fois qu'ont été retirés les zones d'attentes (enregistrement, poste d'inspection filtrage, comptoirs commerciaux), les services (distributeur de billet de banque, bar restaurant).

Les surfaces et nombre d'équipements de cette aérogare sont :

Hall public	835 m ²
Enregistrement	
Surface d'attente	110 m ²
Nombre de banques	10 banques
Poste d'inspection filtrage	
Surface d'attente	60 m ²
Nombre de postes	2 postes
Contrôle émigration	
Surface d'attente	- m ²
Nombre de postes	1 poste
Embarquement National	550 m ²
International	310 m ²
Contrôle identité arrivée	
Surface d'attente	46 m ²
Nombre de postes	4 postes
Salle de livraison	
Surface	425 m ²
Linéaire de tapis	73 m
Contrôle douanes	
Surface d'attente	30 m ²
Nombre de postes	4 postes



La surface d'attente des postes de contrôle identité départ n'est pas prise en compte car le contrôle d'identité est effectué directement après le contrôle de sûreté.

3.2.5.2. Ratios utilisés :

Les ratios utilisés pour le calcul de la capacité horaire départ sont les suivants :

- 1,5 m² par passager dans le hall public,
- 0,5 m² par passager pour la zone d'attente à l'enregistrement,
- une banque d'enregistrement traite 1 passager

toutes les 90 secondes en moyenne, soit 40 passagers à l'heure,

- 0,25 m² par passager pour l'attente à l'inspection filtrage (contrôle sûreté),
- 150 passagers par heure pour un poste d'inspection filtrage (contrôle sûreté),
- 120 passagers par heure pour un poste de contrôle émigration,
- 1,5 m² par passager pour une salle d'embarquement national
- 2 m² par passager pour une salle d'embarquement international.

3.2.5.3. Calcul de la capacité horaire départ

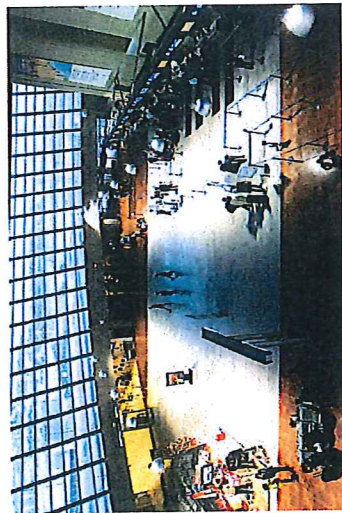
Les capacités départ de cette aérogare seraient :

Capacité horaire départ national : 220 passagers par heure.

Capacité horaire départ international : 120 passagers par heure. C'est le nombre de poste de contrôle émigration qui serait l'élément limitant.

Capacité horaire départ totale : 220 passagers par heure dont 120 passagers au maximum en régime international. C'est le manque de surface d'attente à l'enregistrement qui serait l'élément limitant.

4. De la capacité horaire à la capacité annuelle



Zone d'enregistrement du terminal 2 de l'aéroport de Nice-Côte-d'Azur

- Les outils actuels d'estimation de la capacité évaluent la capacité horaire mouvements ou passagers. La méthode utilisée communément afin d'en déduire la capacité annuelle est la formule dite de « la 40^e heure ». Cette méthode date des années quatre-vingts mais est encore utilisée aujourd'hui.
- Les autres méthodes reposent en général sur l'élaboration d'un programme des vols représentatif du trafic de l'année. Nous proposerons une de ces méthodes à la fin de cette partie.

4.1. Les formules de la 40^e heure

4.1.1. Principe

Ces formules de la 40^e heure sont au nombre de deux et permettent d'évaluer :

- la capacité annuelle passagers à partir du trafic horaire passagers représentatif,
- la capacité annuelle en mouvements à partir du trafic horaire mouvements représentatif.

Elles sont issues de l'analyse de la courbe des débits classés des heures d'un aéroport. Cette courbe révèle que les vingt premières heures de

débit subissent des variations irrégulières, mais qu'à partir de la 30^e, voir de la 40^e heure, leur évolution est régulière. Il est ainsi possible de trouver une relation entre cette heure simple (la 40^e) et le trafic annuel. L'analyse statistique de plusieurs aéroports européens a permis effectivement d'établir cette relation pour le trafic passagers et pour le trafic mouvements.

4.1.2. Courbe des débits classés

4.1.2.1. Constitution de la courbe des débits classés

Les heures dont il est question dans cette méthode sont comptées comme commençant à l'heure juste (11h00 par exemple) et finissant 60 minutes après (11h59).

La courbe des débits classés est obtenue à partir d'un classement par ordre d'importance décroissante, pour chaque trafic étudié, de tous les débits par heure de l'année. On extrait donc toutes les heures de fonctionnement de l'aéroport, pour une caractéristique donnée (arrivée + départ + transit des passagers par exemple). On note la valeur de la caractéristique et le moment exact de la pointe (nombre de passagers et de mouvements le 27 avril 2001 de 9h00 à 10h00 par exemple). On réitère l'opération sur l'ensemble des heures restantes.

La courbe des débits classés de quelques aéroports européens est présentée ci-contre. Elle a servi à l'analyse entreprise par le STBA en 1981 pour la détermination des formules de la 40^e heure.

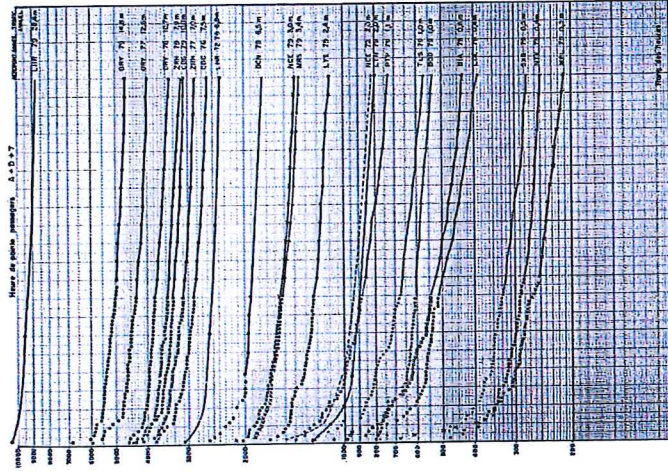
On obtient finalement une courbe monotone décroissante, ainsi que la liste des dates et des moments de la journée où se sont produites ces pointes.

Les caractéristiques traitées habituellement par cette méthode sont :

Pour les passagers : les arrivées (A), les départs (D), l'ensemble A + D + Transit,

Pour les mouvements d'avions : les arrivées (A), les départs (D), le total (A + D), les mouvements commerciaux et non commerciaux étant séparés.

Parfois les mouvements commerciaux ne sont plus isolés et l'heure de pointe comprend l'aviation générale.



Courbes de débits classées

4.1.2.2. Points caractéristiques de la courbe des débits classés

La première heure

La première heure, c'est-à-dire l'heure de l'année qui a compté le plus de mouvements ou de passagers, n'est pas représentative car elle est le plus souvent le résultat d'un événement exceptionnel. Elle ne peut pas servir au dimensionnement des installations. Elle permet seulement de repérer cet événement et donc d'en connaître les causes. Elle peut cependant servir à obtenir certains renseignements sur la capacité maximale de telle ou telle partie de l'aéroport.

Une heure caractéristique (20^e, 30^e, 40^e, ...)

Le choix du rang de l'heure étudiée n'a pas grand intérêt, du moment qu'il est suffisamment grand pour que les phénomènes extrêmes des points extrêmes ne soient plus pris en compte. Il s'avère, en effet, que, suivant les aéroports, des phénomènes irréguliers et non prévisibles peuvent affecter les 20 ou 30 premières heures. Comme il est important de pouvoir comparer d'une année sur l'autre l'évolution de l'heure caractéristique, la prudence conduit à prendre encore une marge, et donc à utiliser selon les aéroports, la 30^e, 40^e, ou 50^e heure.

La connaissance de l'heure de pointe caractéristique a pour objet de servir au dimensionnement des installations aéroportuaires. Elle ne sert qu'associée à un certain nombre de ratios ou de débits élémentaires connus par ailleurs. Par conséquent, si un aéroport utilise la 40^e heure avec un certain ratio et un autre la 30^e heure avec des ratios inférieurs, ils pourront fort bien arriver à des résultats similaires en terme de besoins (mètres carrés d'aérogare ou nombre de pistes) pour une même courbe de débits classés.

Dans la pratique, la 40^e heure de pointe est utilisée en France.

La 40^e heure de pointe : nécessaire pour le dimensionnement

La courbe des débits classés permet d'avoir une bonne représentation des périodes critiques pour le fonctionnement de l'aéroport, tant pour l'espace aérien que pour les aires de stationnement, ou encore pour la surface de l'aérogare et celle du parc à véhicules.

Le trafic le plus aisément prévisible à court, moyen ou long terme est le trafic annuel. Mais c'est la pointe horaire qui est la grandeur la plus intéressante à étudier pour le dimensionnement des installations aéroportuaires car elle est à l'échelle du déroulement des opérations. La pointe horaire la plus élevée n'est pas significative de l'activité d'une plate-forme — puisque l'indicateur « 40^e heure de pointe » a été créé. Ce choix est fait afin de limiter le surdimensionnement possible des infrastructures. Cet indicateur est essentiellement utilisé pour les grands aéroports. Pour les plates-formes moins importantes, les scénarios avions sont utilisés (< 1 million de passagers annuels).

4.1.3. Relations entre l'heure de pointe et le trafic annuel

Le Service Technique des Bases Aéronautiques a édité, en 1981, une brochure intitulée « Heures de pointe ». Lors de l'élaboration de cette étude, plusieurs relations ont été établies.

Mouvements commerciaux

Le trafic de mouvements commerciaux attendu à la 40^e heure de pointe est mathématiquement lié au trafic annuel pour les formules réciproques suivantes :

$$\begin{aligned} \text{soit} \quad T40 &= 5 + 0,27^* Tm \\ Tm &= -18,5 + 3,7^* T40 \end{aligned}$$

avec T40 - trafic mouvements (Arrivée + Départ) à la 40^e heure de pointe

Tm - trafic annuel en milliers de mouvements (Arrivée + Départ)

Passagers

De même, le trafic passagers à la 40^e heure de pointe peut être évalué approximativement par la formule :

$$\begin{aligned} \text{soit} \quad tp &= 400 + 315 Tp \\ Tp &= (tp - 400)/315 \end{aligned}$$

avec tp — trafic passagers (Arrivée + Destination + Transit) en 40^e heure de pointe

Tp — trafic annuel (Arrivée + Destination + Transit) en millions de passagers

Relation entre la 40^e heure passagers et la 40^e heure mouvements

$$Np \text{ de Pax en HP} = 1,15^* N^* \text{ Nb de mvts en HP mvts}$$

Le nombre de passagers par mouvement en heure de pointe est supérieur à la moyenne annuelle du nombre de passagers par mouvement.

4.2. Scénarios avions

Il s'agit là d'imaginer des scénarios vraisemblables du déroulement futur des mouvements d'avions et de passagers. Cette méthode n'est possible que si les prévisions de trafic ont été faites ligne par ligne, avec une bonne précision, car il va falloir, pour chaque ligne, estimer le type d'avion et les horaires probables des liaisons.

Cette méthode est particulièrement adaptée aux aéroports dont le trafic est inférieur à un million de passagers.

Ce type d'études doit être réalisé conjointement et en liaison étroite par l'aéroport, les compagnies aériennes, les responsables des transports terrestres concurrents, etc.

Le schéma de principe est le suivant :

- déterminer les situations critiques de l'aéroport dans son état actuel et trouver les raisons — commerciales en général — dont elles découlent ;
 - faire des prévisions de développement du trafic des lignes provoquant les situations critiques ;
 - déterminer les avions à attendre en fonction de l'évolution du volume de trafic des lignes ;
 - étudier si de nouvelles lignes ne vont pas se créer et engendrer des simultanéités supplémentaires ;
 - reconstruire les situations critiques futures avec les nouveaux avions envisagés, ainsi que les coefficients de remplissage en pointe.
- Le cycle hebdomadaire des horaires d'avions

On peut relier ces heures de pointe par la relation :

Où Np de Pax en HP est le nombre de passagers en heure de pointe passagers

Nb de mvts en HPmvts est le nombre de mouvements en heure de pointe mouvements

N est le nombre moyen de passagers par mouvement sur l'année.

rend relativement aisée la recherche de la situation critique d'un aéroport : dans le mois de pointe, toujours connu facilement, on recherche sur les horaires publiés l'heure ayant le plus grand nombre de mouvements simultanés, et les mouvements d'avions gros porteurs. On est alors certain d'obtenir rapidement la situation critique.

Cette méthode néglige les phénomènes exceptionnels (touchant, pour les aéroports importants, les 20 premières heures) mais prend en compte une situation qui peut se reproduire un vingtain de fois par an. Par conséquent, on doit être assez proche de l'évaluation de la 40^e heure.

Il faut étudier la sensibilité des besoins découlant d'un scénario donné à une modification d'hypothèses sur le type d'avion et sur l'horaire des mouvements.

On s'aperçoit alors que les besoins sont très sensibles à une variation d'hypothèses, notamment en ce qui concerne les horaires. Le décalage de 30 ou 45 minutes d'un avion peut induire une modification considérable des besoins, en plus ou en moins suivant que cela engendre ou supprime une simultanéité de vols.

Pour cette raison, il est conseillé d'utiliser simultanément la méthode des scénarios et la méthode de la 40^e heure, liant l'heure de pointe au trafic annuel.

4.3.1. Réactualisation de la relation entre la 40^e heure de pointe et le trafic annuel

4.3.1.1. Nouvel ajustement sur un échantillon restreint

Les formules, présentées au chapitre précédent (4.1.3.), reliant la 40^e heure de pointe et le trafic

4.3. Voies de recherche

Les méthodes présentées ci-après ne sont pas validées mais ont été développées dans le cadre d'études particulières. Elles pourraient éventuellement constituer une base de réflexion si le besoin de trouver une méthode alternative à la formule de la 40^e heure se faisait ressentir.

annuel ont été élaborées par le STBA. Il y a une vingtaine d'années. La question s'est posée concernant une actualisation de cette formule afin de prendre en compte les évolutions de la structure du trafic actuel (hub, navette...).

À partir de données de trafic de 1996 et 1998 extraites des Bilans des Centres de Contrôle d'Approche du Service du Contrôle du Trafic Aérien (SCTA) de 7 aéroports français (Montpellier-Méditerranée, Bordeaux-Mérignac, Toulouse-Blagnac, Bâle-Mulhouse, Marseille-Provence, Lyon-St. Exupéry, Nice-Côte d'Azur), l'équation suivante, valable pour un trafic compris entre 20000 et 140000 mouvements, a été établie en 2000 par le Service Technique des Bases Aériennes (coefficient de corrélation $R^2 = 0,934$)¹⁹ :

$$T_{40} = 5,2 + 0,28 * Tm$$

Où : Tm est le trafic annuel exprimé en milliers de mouvements d'avions
 T_{40} est le trafic de la 40^e heure de pointe exprimé en mouvements

La nouvelle formule est donc très proche de la précédente même si on note une légère augmentation de la valeur de la 40^e heure de pointe pour un volume de trafic annuel donné, ce que l'on peut expliquer par le fait que les points horaires sont plus marquées (phénomène de hub et de concurrence). Cette réactualisation de la formule de la 40^e heure de pointe a été effectuée sur un échantillon d'aéroports relativement restreint. Elle est donc à utiliser avec précaution.

Cette équation et celles qui peuvent en découler devraient être mises à jour régulièrement pour prendre en compte les changements de la structure du trafic. Les échantillons devront englober le plus grand nombre possible de plateformes.

On peut remarquer que cet ajustement est particulièrement bon pour les aéroports dont le trafic annuel est inférieur à 70000 mouvements. Des modes de fonctionnement particuliers (hub, navette...) pour les aéroports à fort trafic peuvent expliquer ce fait.

4.3.1.2. Différenciation selon le type de l'aéroport

Une autre piste à explorer est d'élaborer plusieurs ¹⁹ on considère qu'un ajustement est bon à partir d'un R^2 de 0,6, sachant que sa valeur est toujours comprise entre 0 et 1.

formules reliant une heure de pointe et le trafic annuel. Le rang significatif dans le classement des heures de pointe à prendre en compte peut s'avérer différent selon le type de fonctionnement de l'aéroport concerné (fonctionnement hub, navette...).

4.3.1.3. Heures glissantes

L'utilisation du système des heures glissantes permettrait d'affiner la représentation du trafic. En effet, l'heure de pointe la plus chargée ne correspond pas forcément à une période comprise entre deux heures pleines. Il en est de même pour les heures suivantes. La saisie de données de l'heure exacte de décollage ou d'atterrissage étant faite à une minute près, le trafic peut être détaillé avec un pas de 1 minute, c'est-à-dire 11h00-11h05, 11h05-11h10, 11h10-11h15, etc.

Dans l'hypothèse de l'utilisation de ce nouveau classement, un autre rang que celui de la 40^e heure devrait certainement être sélectionné. Il faut noter toutefois que cette méthode nécessite d'analyser 60 fois plus d'heures, soit 525 600 heures glissantes au lieu de 8760 heures pleines.

4.3.2. Autres méthodes

Une autre méthode est proposée en raison des structures de trafic reflétant un fonctionnement en hub. Elle part du principe qu'au cours de la journée, des périodes peuvent être distinguées selon des structures différentes de trafic. Certaines périodes connaissent un trafic essentiellement issu d'une plage de hub d'arrivées ou de départs. D'autres reçoivent un trafic différent et non inclus dans la plage de hub et assuré par des compagnies différentes (charter, point à point, low cost).

Dans ce cas, les coefficients suivants doivent être déterminés :

- nombre de points de trafic (plages de hub) : Np
- durée des points (des vagues de hub) : Dp
- capacité mixte (arrivées-départs) moyenne des vagues de hub : Cm
- nombre d'heures d'activité sur la journée : Nt
- rapport trafic des heures creuses/trafic des heures de pointe (ou trafic des heures non incluses dans les vagues de hub/trafic des vagues de hub) : Rcp

La capacité annuelle est alors :

$$\text{Capacité annuelle} = (Np \cdot Dp)^{Rcp} \cdot Cm + (Nt - Np \cdot Dp)^{Rcp} \cdot Cm \cdot 300$$

c.f. exemple paragraphe 3.1.2.3.

5. Outils existants

▼ Cette partie a pour objectif de présenter les logiciels actuellement validés qui permettent d'évaluer la capacité des aéroports. Une grille d'analyse permet de décrire pour chacun d'eux les principales caractéristiques, le champ d'application (zones aéroportuaires concernées), le principe de fonctionnement, les développeurs ou distributeurs et quelques éléments d'évaluation. L'analyse se veut objective. Trois types de logiciels sont analysés : les outils algorithmiques, les outils de simulation dédiés à la détermination de la capacité aéroportuaire et les logiciels de simulation généralistes. La grille d'analyse de chacun des outils retenus est présentée en annexe 5.



Aéroport de Nice-Côte-d'Azur

5.1. Principe

L'objectif de cette partie est de présenter le principe et la grille d'analyse retenus pour l'analyse des outils d'évaluation de la capacité aéroportuaire. Dans ce manuel, ne sont concernés que les outils homologués ou validés à ce jour.

La grille d'analyse appliquée à chacun des outils retenus est présentée en annexe 9.

5.2. La grille d'analyse

Cette partie présente les onze critères d'analyse de la grille et les définitions retenues pour chacun d'entre eux.

5.2.1. Caractéristiques du logiciel

Ce premier critère doit permettre d'identifier rapidement la nature du logiciel. Il est composé de trois dimensions : la nature du modèle, le niveau de détails des paramètres analysés, et la nature des paramètres d'entrée.

5.2.1.1. Nature du modèle : méthode analytique/méthode par simulation

Modèles analytiques

Les modèles analytiques consistent à estimer le temps entre deux avions en fonction des paramètres opérationnels qui induisent une séparation entre eux. Le choix des paramètres pour objectif de modéliser la réalité, c'est-à-dire de la décomposer en objets mathématiques quantifiables. Ils concernent l'infrastructure, les procédures et le trafic décomposé en catégories d'avions et en mélanges d'arrivées et de départs. Les séparations entre chaque catégorie d'avions et pour chaque séquence type sont réparties sous forme de matrices. Les calculs matriciels appliqués à une répartition en catégories d'avions permettent d'en déduire le flux d'avions par heure.

Modèles de simulation

Par opposition, les outils de simulation classiques permettent de créer des objets (avions, passagers, bagages, etc.) ayant leurs propres caractéristiques qui se meuvent et qui changent d'état dans les dif-

férentes parties de l'aéroport ou de l'espace aérien considérées. En analysant les mouvements et les flux de ces objets à différents endroits et en considérant le temps passé par un objet entre deux points, les modèles de simulation permettent d'estimer des mesures de capacité ou de retards. En pratique, il existe une corrélation importante entre la nature du modèle et le niveau de détails. Les modèles analytiques sont davantage des outils macroscopiques alors que les modèles de simulations sont plutôt des outils « microscopiques » (voir microscopiques).

5.2.1.2. Niveau de détails : macroscopique/microscopique

Outils macroscopiques

Ils correspondent à un faible niveau de détails, c'est-à-dire qu'ils omettent un grand nombre de détails dans la mesure où l'objectif visé est d'obtenir des réponses stratégiques, adaptées à la planification aéroportuaire, et permettant d'évaluer les performances relatives d'un éventail de solutions d'alternatives. Ces outils sont souvent utilisés pour des réflexions stratégiques ou politiques ou pour des évaluations économiques (coûts/bénéfices). Théoriquement, il s'agit d'outils rapides en termes de préparation des données en entrée et de temps d'exécution des programmes, ce qui leur permet d'envisager un grand nombre de scénarios.

Outils microscopiques

Ils sont plus détaillés que les outils macroscopiques mais restent des outils stratégiques fournissant des résultats assez généraux. Ces outils qui

5.2.2. Champ d'application du modèle : zone(s) aéroportuaire(s) concernée(s)

Ce critère permet de définir sur quelle zone de l'aéroport ou de l'espace aérien peut être utilisé le logiciel :

- aéroports (ou parties d'aéroports)
- aires de stationnement
- voies de circulation
- piste(s)
- espace aérien terminal (hors cadre d'étude)
- espace aérien en route (hors cadre d'étude)

5.2.3. Données en entrée

Il s'agit pour ce critère de définir les principaux éléments nécessaires en entrée pour utiliser et faire tourner le programme. Il peut s'agir de données variables, de buses de données, d'éléments graphiques, etc.

5.2.4. Données en sortie

Ce critère identifie les résultats fournis par le modèle (résultats numériques, tableaux, simulation graphique, etc.).

5.2.5. Fonctionnement du logiciel - hypothèses principales

Une rapide description du logiciel doit permettre d'en comprendre le fonctionnement global et les grandes caractéristiques fonctionnelles. Il s'agit d'expliquer les principales opérations composant le modèle. Les hypothèses sur lesquelles s'appuie le modèle doivent être détaillées pour en comprendre la pertinence et apprécier éventuellement les écarts avec la réalité.

5.2.6. Souplesse d'utilisation

La souplesse d'utilisation du modèle doit traduire la convivialité du logiciel et donner une indication sur la qualité des interfaces. Ce critère peut préciser également l'effort nécessaire ou les connaissances requises pour comprendre le logiciel et pouvoir le faire tourner.

³³ Les simulations microscopiques sont souvent référencées sous le nom de simulations de Monte Carlo.

5.2.7. Extensions possibles - flexibilité/modularité

Il s'agit d'avoir des informations complémentaires sur les extensions possibles du logiciel et sur la manière d'intégrer de nouveaux développements pour compléter ou améliorer la nature des résultats. La modularité du modèle concerne la possibilité d'une association à d'autres applications ou modèles dans le but de fournir un outil informatique plus complet. Ce critère peut également apporter des indications sur la compatibilité du modèle avec d'autres logiciels quels qu'ils soient.

5.2.8. Développement (programmation/informatique)

Ce critère précise le langage informatique et éventuellement les applications nécessaires utilisés pour développer le logiciel. On peut préciser si le programme a été écrit spécifiquement pour mettre en œuvre le modèle en question ou s'il s'agit d'un développement d'un programme existant. L'organisme ou la personne qui développe le logiciel est précisé.

5.2.9. Distribution - coût du logiciel (licence et formation)

Ce critère identifie l'organisme qui commercialise ou distribue le logiciel. Les coûts des licences informatiques et des formations éventuelles sont précisés. Des contacts concernant des fournisseurs éventuels peuvent également être donnés ici.

5.2.10. Contacts éventuels

Il s'agit de tout autre contact concernant des utilisateurs connus ou potentiels ayant la maîtrise du logiciel étudié.

5.2.11. Éléments d'évaluation

Il s'agit d'avoir quelques éléments permettant d'évaluer l'outil analysé:

- efficacité de l'outil et pertinence des résultats (fiabilité et sensibilité des résultats),
- intérêt du modèle en comparaison avec d'autres outils évaluant la capacité aéroportuaire de manière similaire,
- utilisation de l'outil dans le monde,
- définition des points forts et points faibles pour assister les utilisateurs potentiels ou envisager des pistes d'amélioration.

5.3. Ensemble des logiciels étudiés

Trois types d'outils sont analysés :

- les outils algorithmiques dédiés à la détermination de la capacité aéroportuaire ou de l'un des maillons de l'aéroport (The FAA Airfield Capacity Model, CAMACA, MACAO),
- les outils de simulation dédiés à la détermination de la capacité aéroportuaire ou de l'un des maillons de l'aéroport (The airport machine,

ARCTerm, PaxSim, SIMMOD, RAMS+SeI, TAAM, Total AirportSim, OPAL),

- les outils de simulation généralistes (ARENA, AUTOMOD, EMPLANT, FLOWSIM, WITNESS)

La grille d'analyse appliquée à chacun des outils retenus est présentée en annexe 6.

Annexe 1

Liste des sigles et acronymes

ADP	aéroports de Paris	PANS	procedures for air navigation services
AENA	aeronaos espa. oles y navegacion aérea	PANS-ATM	procedures for air navigation services - air traffic management
AIP	aeronautical information publication	PANS-OFS	procedures for air navigation services - operations
ADP/TSI	airportair traffic system interface	Pax	en principe, désigne le nombre annuel de passagers. Il est souvent utilisé comme abréviation de passager
ATC	air traffic control	PIF	poste d'inspection flottage
ATM	air traffic management	PL	poils, loutils
ATS	air traffic services	RCA	règlementation de la circulation aérienne
BEA	bureau enquête accident	RCA-3	règlementation de la circulation aérienne, fascicule n° 3
CAMACA	capacity assessment	SBA	service des bases aériennes
CEAC	communauté européenne de l'aviation civile	SCTA	service de contrôle du trafic aérien
CHEA	conditions d'homologation et procédures d'exploitation des aéroports	SDEEP	sous-direction des études économiques et de la prospective
CO	capacité opérationnelle	SFON	surfaces hors œuvre nette
COrr	capacité opérationnelle arrivée	SFA	service d'information aéronautique
COdep	capacité opérationnelle départ	SFA	service d'information départ
DAST	Direction des affaires stratégiques et techniques	SIMMOD	simulation model
DFS	Deutsches Flugsicherung GmbH	SIMMOD	simulation model
DRU	Direction de la régulation technique	SNMGCS	surface movement guide and control surface
DNA	Direction des services de navigation aérienne	SRAS	système respiratoire aigüé s'obas
ENR	European noise certification	SSBA SE	service spécial des bases aériennes Sud Est
HRO	High Intensity runway operations	SSH	protocole ash utilisé pour l'échange sécurisé d'informations sur Internet
HR	instrumental flight rules	SSR	secondary surveillance radar
ILS	instrumental landing system	STAR	standard arrival route
IMC	integrated meteorological conditions	STBA	service technique des bases aériennes; temps mis par l'avion pour parcourir la distance entre la limite d'autorisation d'atterrir et le seuil de piste
INM	integrated noise model	TAAM	total airspace and airport modeller
ITAC	instruction technique des aéroports civils	TC	transport en commun
JO	journal officiel	TIFBS	tri inspections flottage des bogies de souie
Kis	news (news) = 1 mile nautique par heure	TMA	terminal manoeuvring area or terminal control area (zone aérienne terminale)
LVP	low visibility procedures	TOP	temps d'occupation de piste
MF	million de francs	TRB	temps d'occupation partiel de piste
MTOW	maximum take-off weight (masse maximale au décollage)	VFR	Transportation research board
Mvs	mouvement	VL	volumes de location
NATS	national air traffic service	VMC	visual meteorological conditions
NC	non communiqué		
NM	nautical miles		
NOTAM	notice to air men		
OACI	organisation internationale de l'aviation civile		
OPAL	annexé au 12 mai 1997 relatif aux conditions techniques d'exploitation des aéroports par une entreprise de transport aérien public		
OPS 1			

Annexe 2

Définitions de la capacité issues de manuels techniques existants

Les définitions en anglais ont été conservées comme tel afin de ne pas introduire de norme avec la traduction en français.

Highway Capacity Manual 2000 :

The stated capacity for a given facility is a flow rate that can be achieved repeatedly for peak periods of sufficient demand.

The capacity of a facility is the maximum hourly rate at which persons or vehicles reasonably can be expected to traverse a point or a uniform section of a lane or roadway during a given time period under prevailing roadway, traffic, and control conditions.

Vehicle capacity is the maximum number of vehicles that can pass a given point during a specified period under prevailing roadway, traffic, and control conditions. This assumes that there is no influence from downstream traffic operation, such as the backing up of traffic into the analysis point.

Person capacity is the maximum number of persons that can pass a given point during a specified period under prevailing conditions. Person capacity is commonly used to evaluate public transit services, high-occupancy vehicle lanes, and pedestrian facilities.

Définitions de Eurocontrol validées par l'Airport Operation Team de l'Airport Operation Program :

Declared Capacity: « Stated limiting capacity of the airport in aircraft movements per hour »

Unconstrained Runway Capacity: « Maximum runway throughput, or flow rate, which can be achieved under ideal conditions (to be defined), regardless of level of service but in accordance with safety standards and recommendations »

Sustained Runway Capacity: « Maximum runway throughput, or flow rate, which can be achieved over a sustained period of time when aircraft operate under IFR, under specific traffic mix, in good weather conditions, with good ATM/runway system management, in accordance with safety standards and recommendations, and with an acceptable maximum delay for a limited period of time (to be defined locally) »

Unconstrained Apron Capacity: « Maximum number of aircraft that a fixed number of stands can accommodate during a specified period of time for optimum turnarounds when there is a continuous demand for service, in accordance with safety standards and recommendations »

Sustained Apron Capacity: « Maximum number of aircraft that a fixed number of stands can accommodate during a specified sustained period of time under specific traffic mix, with local airline and airport operations, with scheduled practices, and in accordance with safety standards and recommendations »

Unconstrained Taxiway Capacity: « Maximum taxiway system throughput, or flow rate, which can be achieved under ideal conditions (to be defined), regardless of level of service but in accordance of time under specific traffic mix, with safety standards and recommendations »

Sustained Taxiway Capacity: « Maximum taxiway system throughput, or flow rate, which can be achieved over a sustained period of time when aircraft operate under specific traffic mix, in good weather conditions, in accordance of time under specific traffic mix, with safety standards and recommendations, existing taxiway system management, and with an acceptable maximum delay for a limited period of time (to be defined locally) ».

Airport system capacity - strategic choices (TRB) :

The capacity is the maximum volume of traffic that could be handled by a facility under optimum conditions.

The runway capacity of an airport is expressed as the rate at which operations (takeoffs or landings) can be accomplished under given conditions.

Planning and Design of Airports (R. HORONJEFF) :

The capacity is the number of aircraft operations during a specified interval of time corresponding to a tolerable level of average delay.

Another definition which is gaining more favour is that capacity is the maximum number of aircraft operations that an airfield can accommodate during a specified interval of time when there is a continuous demand for service.

La capacité aéroportuaire (STBA, octobre 1986) :

La capacité est le nombre maximum de mouvements qu'un aéroport peut écouler pendant un intervalle de temps donné quand la demande est continue.

Manuel de capacité - pistes (STBA, juillet 1975) :

La capacité théorique ou cadence est le nombre maximum d'aéronefs que le système de pistes pourrait physiquement écouler dans l'unité de temps (l'heure) sans tenir compte de la qualité de service.

La capacité pratique est le débit maximal de trafic écoulé avec une qualité de service égale ou supérieure à un seuil indiqué au préalable.

Annexe 3

Procédures mûres recommandées par APATSI

En 1992, la CEAC (Communauté Européenne de l'Aviation Civile) a lancé un programme pour améliorer l'efficacité des opérations aériennes. Le programme APATSI (Airport/Air Traffic System Interface) a été créé afin de déterminer et de mettre en place des procédures permettant d'atteindre cet objectif. Un manuel a été publié en vue d'encourager les États Membres et les aéroports pour qu'ils évaluent et prennent en considération les améliorations induites par ces procédures, appelées procédures mûres.

Une procédure mûre est une procédure qui a été mise en place sur un ou plusieurs aéroports d'États Membres et qui a été jugée applicable dans la Communauté Européenne. L'application de ces procédures doit toutefois prendre en compte les caractéristiques opérationnelles locales et les réglementations nationales.

Les quinze procédures mûres retenues dans le programme APATSI sont :

1. atterrissage après (évaluée par le pilote),
2. séparation réduite sur une même piste,
3. opérations simultanées sur des pistes sécantes ou convergentes,
4. décollages d'une intersection,
5. multi-alignement,
6. approches à vue,
7. modification de l'application des contraintes de turbulences de sillage pour des décollages,
8. réduction de la séparation radar sur l'approche finale,
9. réduction de la séparation diagonale sur l'approche proche finale,
10. approches dépendantes sur des pistes parallèles décalées,
11. seuil décalé pour des pistes sécantes,
12. procédures au décollage modifiées pour des avions ayant des distances courtes de décollage,
13. autorisation d'atterrir fondée sur une séparation anticipée,
14. résolution stratégique des conflits entre les routes à l'arrivée et au départ,
15. facteurs opérationnels ayant trait aux temps d'occupation de piste.

Chacune de ces procédures est décrite ci-après :

- 1 - atterrissage après (évalué par le pilote),

Cette procédure permet une meilleure utilisation de la piste en bénéficiant du visuel particulier à partir du cockpit de l'avion à l'atterrissage dans l'évaluation de la distance minimale de sécurité nécessaire avec l'avion précédent qui atterrit aussi. Le pilote a un rôle déterminant dans cette manœuvre puisqu'il est responsable de savoir si elle est possible compte tenu des caractéristiques de son avion.

Les séparations minimales pour turbulences de sillage doivent s'appliquer.

Les conditions nécessaires pour réaliser cette procédure sont :

- la longueur de la piste doit être assez longue pour permettre une séparation suffisante entre les avions,
- la procédure a lieu de jour,
- le contrôleur doit être sûr que le pilote de l'avion qui suit a une claire représentation du trafic au sol,
- tous les pilotes impliqués dans la procédure doivent être avertis de la procédure,
- la responsabilité du maintien de la séparation est détenue par le pilote de l'avion qui suit.

Les gains de capacité proviennent de la réduction des séparations entre avions à l'atterrissage et de la diminution du déclenchement d'approche interrompue dans des conditions de trafic gros porteurs.

Cette procédure peut être appliquée sur tous les types d'aéroport, mais est particulièrement adaptée aux aéroports régionaux. Elle est déjà appliquée sur certains aéroports français.

- 2 - séparation réduite sur une même piste.

Dans de bonnes conditions de visibilité, un avion peut recevoir une autorisation d'atterrir ou de décoller lorsque l'avion qui précède est encore sur la piste, mais a atteint une distance spécifique réduite du seuil de piste.

Cette procédure ne s'applique pas entre un départ et un atterrissage qui précède.

La distance spécifique réduite dépend du nombre et de la configuration des bretelles de sortie. Diffé-

rentes distances sont spécifiées pour les avions à pistons et les avions turbo-propulsés et pour les avions à réaction.

Les séparations minimales pour turbulences de sillage s'appliquent.

Le contrôleur reste responsable de l'estimation de la distance spécifique réduite.

Les conditions nécessaires pour réaliser cette procédure sont :

- pour les avions à pistons et les avions turbo-propulsés à inverseur de poussée :

- l'avion au décollage qui précède a décollé ou a atteint un point situé à au moins 1 500 m de sa position initiale de décollage,

- l'avion à l'atterrissage qui précède a passé un point situé à au moins 1 500 m du seuil de piste et est en mouvement,

- pour les avions à réaction et les avions turbo-propulsés sans inverseur de poussée :

- l'avion au décollage qui précède a décollé ou a atteint un point situé à au moins 2 400 m de sa position initiale de décollage,

- l'avion à l'atterrissage qui précède a passé un point situé à au moins 2 400 m du seuil de piste et est en mouvement,

- la procédure a lieu de jour.

3 - opérations simultanées sur des pistes sécantes ou convergentes,

Cette procédure est appliquée pour l'utilisation simultanée de pistes convergentes ou sécantes entre un avion qui atterrit sur une piste et un avion qui décolle ou atterrit sur l'autre piste.

Les conditions nécessaires pour réaliser cette procédure sont :

- les pilotes doivent être habitués à cette procédure,

- la procédure a lieu de jour pour les atterrissages et les décollages (les atterrissages simultanés peuvent avoir lieu aussi de nuit),

- un plafond de 300 m et une visibilité de 5 km sont nécessaires,

- les pilotes doivent être alertés de l'utilisation de cette procédure,

- les longueurs d'atterrissage doivent être publiées,

- les conditions de freinage doivent être qualifiées de bonnes,

- il ne doit pas y avoir de vent arrière pour l'avion à l'atterrissage,

- la distance de freinage ne doit pas excéder 50 % de la distance entre le seuil de piste et le point de croisement des pistes.

- en cas de piste humide, les conditions de freinage doivent avoir été jugées bonnes par un pilote d'avion de même catégorie avant l'utilisation de la procédure par un avion de cette catégorie,

- l'intersection entre les deux pistes doit être signalée. Si elle n'est pas visible du seuil de piste, la distance doit être indiquée.

Cette procédure a été mise en service aux aéroports de Sydney, Zurich et Boston-Logan. Une augmentation de 25 % de la capacité a été évaluée (à Boston).

4 - décollages d'une intersection,

Des décollages d'une intersection peuvent avoir lieu à la demande du pilote ou du contrôleur. Les conditions nécessaires pour réaliser cette procédure sont :

- la distance entre l'intersection et le bout de piste doit être publiée sur les AIP pour chaque intersection.

- les pilotes de tous les avions au décollage doivent être avertis qu'un avion au décollage bénéficie de cette procédure.

Les gains de capacité proviennent de la réduction du temps de roulage d'un avion au décollage pour gagner le point de décollage sur la piste. Le contrôleur peut alors diminuer le temps de décollage avant une arrivée. Il peut aussi organiser des séquences de décollage permettant de limiter l'impact des séparations pour turbulences de sillage. Cette procédure est en service à l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle depuis 1988.

5 - multi-alignement,

Le service de contrôle peut appliquer le multi-alignement d'avions au décollage à différents points sur une même piste afin d'augmenter la capacité. Les conditions nécessaires pour réaliser cette procédure sont :

- les avions doivent être sous contrôle (visuel ou avec un radar sol) permanent de l'ATC et doivent être sur la même fréquence radio,

- les pilotes doivent être avertis de leur position dans l'enchaînement,

- le pilote de l'avion qui suit doit pouvoir garder le contact visuel avec l'avion qui le précède dans la séquence de décollages,

- la distance entre l'intersection et l'extrémité de piste doit être indiquée à chaque intersection.

D'après les contrôleurs ayant expérimenté cette procédure, le gain de capacité est d'environ 2 départs supplémentaires par heure.

Cette procédure est déjà mise en service sur les aéroports de Paris-Charles de Gaulle et Paris-Orly.

6 - approches à vue,

Selon l'OACI, une approche à vue a lieu lorsqu'un vol IFR termine son approche sans une partie ou la totalité des aides aux instruments, et le fait avec une référence visuelle du terrain. Le pilote prend la responsabilité de la séparation avec l'avion qui le précède.

Les conditions nécessaires pour réaliser cette procédure sont :

- le plafond est au niveau ou au-dessus du niveau initial de l'approche ou le pilote doit avoir rapporté une bonne visibilité dans le secteur d'approche,

- le pilote doit être le numéro un sur la liste des avions à l'atterrissage ou doit avoir l'avion précédant en vue,

- si le pilote rapporte une bonne visibilité mais ne voit pas l'avion précédant, l'approche radar doit être maintenue jusqu'à ce que la séparation puisse être assurée visuellement.

Les gains de capacité proviennent de la diminution du temps d'atterrissage d'un avion premier d'une séquence d'arrivées. Sur un aéroport non équipé de radar, la procédure permet de diminuer le temps de séparation entre avions et de réduire le temps d'approche.

7 - modification de l'application des contraintes de turbulences de sillage pour des décollages,

Cette procédure permet à un avion d'obtenir une clairance de décollage sans respecter les séparations normales dues aux turbulences de sillage. L'ATC doit fournir les informations suivantes au pilote :

- le type de l'avion qui précède,

- le temps écoulé ou la distance depuis son départ,

- la vitesse et la direction du vent au sol,
- l'avertissement éventuel de turbulences de sillage,

Le pilote est alors responsable de sa séparation pour turbulences de sillage au moment du décollage. Cette procédure doit être publiée sur les NOTAMS et AIP.

8 - réduction de la séparation radar sur l'approche finale,

La séparation standard recommandée par l'OACI entre deux avions à l'approche sur la même trajectoire peut être réduite à 2,5NM si les conditions suivantes sont requises :

- les séparations pour turbulences de sillage sont respectées,
- le temps d'occupation de piste est au plus de 50 secondes,

- les bretelles de sortie sont visibles de la tour de contrôle ou surveillées au radar ou par un SMGCS (surface movement guide and control surface).

Cette recommandation a été adoptée par l'OACI en novembre 1996 et incorporée dans le document OACI PANS/RAC — Doc 4444.

9 - réduction de la séparation diagonale sur l'approche finale,

Pour des pistes parallèles espacées d'au moins 760 m, une séparation minimale de 1,5NM entre deux avions à l'approche sur des trajectoires adjacentes peut être appliquée pour des approches parallèles dépendantes. Les conditions nécessaires pour réaliser cette procédure sont :

- la séparation doit être appliquée seulement lorsque l'avion a débuté son approche finale,

- les atterrissages précédents sont réalisés,
- les procédures d'approches interrompues ne doivent pas être en conflit avec la présente procédure,

- les pilotes des avions présents sur le système de pistes sont informés que des atterrissages ont lieu sur les deux pistes,

- les pilotes doivent être familiarisés avec la procédure.

Cette procédure a été testée par la FAA après avoir été analysée par des simulateurs en temps réel. Le

gain en capacité est estimé à 4 arrivées supplémentaires par heure.

10 - approches dépendantes sur des pistes parallèles décalées,
En raison des turbulences de sillage, des approches simultanées ne peuvent pas avoir lieu sur des pistes parallèles séparées de moins de 760 m. Des seuils décalés d'une distance suffisante permettent en revanche des approches simultanées si les conditions suivantes sont remplies:

- la pente des deux approches doit être de 3°.
- le décalage des seuils doit être calculé afin de permettre aux contrôleurs d'assurer une séparation verticale entre avions à l'approche de 1000ft.

- le radar de contrôle doit avoir une précision azimutale de 0,3° (un sigma) et une période de mise à jour de 5 secondes ou moins,

- les trajectoires de remise de gaz doivent être séparées de 30°.

- la procédure ne peut avoir lieu qu'entre un avion de type heavy (masse supérieure à 136 tonnes) se trouvant sur la trajectoire la plus basse (seuil amont) et un avion de type medium (masse comprise entre 7 et 136 tonnes) ou de type light (masse inférieure à 7 tonnes) qui se trouve sur la trajectoire la plus haute (seuil aval). L'avion suiveur (de type medium ou light) conserve sa trajectoire au-dessus de celle du gros-porteur, évitant ainsi les turbulences de sillage.

Le contrôle doit assurer une séparation diagonale de 2 NM entre les avions à l'approche.

Le gain de capacité a été estimé par l'aéroport de Copenhague à environ 30 à 50 %. Il dépend de facteurs environnementaux et du mélange de trafic en catégories d'avions.

11 - seuil décalé pour des pistes sécantes.

Pour une utilisation spécialisée des pistes sécantes (une pour les atterrissages et l'autre pour les décollages) un seuil décalé peut être instauré sur la piste aux atterrissages afin de diminuer le temps d'occupation de la piste permettant à l'avion qui attend de décoller plus tôt. La longueur de la piste à l'atterrissage doit être suffisante pour y disposer un seuil décalé. La disposition des sorties doit permettre la procédure.

À Madrid-Barajas, les avions à l'atterrissage prennent environ 35 à 40 secondes avant de libérer la piste pour un décollage suivant. Avec cette procédure, ce temps a été réduit à 10/15 secondes.

12 - procédures au décollage modifiées pour des avions ayant des distances courtes de décollage, Des procédures au décollage pour des avions ayant des distances courtes de décollage peuvent être modifiées. Elles concernent essentiellement les avions régionaux turbo-propulsés. Ils doivent alors voler plus tôt pour quitter la trajectoire au décollage mais doivent respecter les contraintes de bruit.

En condition VMC, il faut:

- une visibilité au sol supérieure à 1,5 km,
- un plafond au niveau ou au-dessus du minimum d'altitude en IMC,

- la procédure a lieu de jour.

Le pilote est responsable du maintien de la clearance d'obstacle jusqu'à un niveau de vol défini.

En condition IFR, un SID doit être mis en place afin de poursuivre un guidage radar approprié.

13 - autorisation d'atterrir fondée sur une séparation anticipée.

Dans le cas où la séparation nécessaire entre un avion à l'atterrissage et un avion qui le précède en phase d'atterrissage ou de décollage n'est pas encore atteinte, l'autorisation d'atterrir peut être donnée à l'avion suiveur qui atterrit par le contrôleur qui juge que cette distance sera respectée au moment où cet avion aura atteint le seuil de piste. L'avion de tête aura quitté la piste à ce moment-là. La responsabilité de la séparation est assumée par le contrôleur, comme dans une procédure normale. Les gains de capacité proviennent de la réduction des séparations entre avions à l'atterrissage et de la diminution du déclenchement d'approche interrompue.

14 - résolution stratégique des conflits entre les routes à l'arrivée et au départ.

Cette procédure concerne l'alimentation de la zone aéroportuaire terminale (TMA). Elle consiste à établir des routes d'arrivées et de départs entrant, sortant et comprises dans la TMA qui sont séparées les unes des autres de façon adéquate. Les

avions y sont contrôlés de manière standard. L'organisation de ces routes standards doit être publiée dans les AIP. Elles doivent être désignées par un code alphanumérique en accord avec les règles de l'OACI.

L'objectif de cette procédure est d'augmenter la capacité en appliquant des procédures de contrôles standardisées qui réduisent les communications entre pilotes et contrôleurs. Même si la longueur des trajectoires des avions n'est pas forcément réduite, la charge de travail du contrôleur est diminuée pour un certain nombre d'avions contrôlés. Cette procédure stratégique est compatible avec les procédures milites n° 3-opérations simultanées sur des pistes sécantes ou convergentes et n° 12-procédure au décollage modifiées pour des avions ayant des distances courtes de décollage.

Cette procédure mûre a notamment été appliquée dans la zone aéroportuaire desservant les aéroports de Paris-Charles de Gaulle, Paris-Orly, Paris-Le-Bouquet, Villacoublay, Toussus le Noble et Pontoise. Elle a consisté à organiser la zone en un carré. Les points d'entrée des avions à l'arrivée consistent les sommets, et les trajectoires des avions au départ se font au travers des côtés.

15 - facteurs opérationnels ayant trait à l'occupation de piste

Cette procédure comporte un ensemble de mesures qui ont pour objectifs de diminuer les temps d'occupation de piste et les séparations entre avions.

Le principe repose sur une meilleure utilisation des infrastructures par les pilotes en vue de diminuer les temps d'occupation de piste. Par ailleurs, les TOP étant diminués, les procédures étant standardisées et l'infrastructure adaptée, les contrôles aériens sont en mesure d'optimiser les séparations entre avions. Les principales mesures ont été détaillées dans le présent manuel.

Une coopération est nécessaire entre le gestionnaire, le service du contrôle de l'aéroport et les compagnies aériennes présentes.

Afin de mettre en application ces mesures HIRO (High Intensity Runway Operations), le gestionnaire doit:

- identifier et déclarer son aéroport comme aéroport HIRO,
- équiper l'aéroport de sorties rapides, bretelles d'entrée et zones de stockage adaptées,
- s'assurer que le marquage au sol de ses infrastructures est adéquat,
- fournir un marquage des départs des intersections.

- publier les procédures HIRO dans les AIP.

Les compagnies aériennes opérant sur les aéroports HIRO doivent:

- déterminer les types d'avions qui utiliseront les sorties rapides,
- déterminer le temps d'occupation de piste maximum associé à l'utilisation des sorties rapides,
- demander au pilote d'identifier, lors des briefings avant le vol et en vol, la sortie rapide qu'il utilisera,
- fournir cette information au service du contrôle pendant l'approche,
- informer le service du contrôle de l'incapacité d'utiliser la sortie rapide prévue,
- demander au pilote qu'au moment des départs de: - s'aligner rapidement,

- décoller dès que la clearance est déviée, ou,
- informer le service du contrôle lors du roulage au sol que « n » secondes sont nécessaires pour mettre les gaz,

- informer le service du contrôle de l'acceptation/refus de décoller à partir d'une intersection
- publier les procédures HIRO dans les manuels de vol.

En raison des turbulences de sillage, le service du contrôle doit:

- utiliser la connaissance du temps d'occupation de piste prévu afin d'appliquer une réduction de la séparation entre deux avions à l'atterrissage ou intercaler un départ,

- utiliser la phraseologie standard recommandée pour les procédures HIRO,
- publier les procédures HIRO dans les AIP et sur les cartes.

Annexe 4

Ensemble des données nécessaires à l'estimation des capacités techniques théoriques avec MACAO

La liste suivante présente les principaux facteurs :

- Infrastructure (piste, voies de circulation, aires de stationnement)
- nombre :
- de piste(s),
- de sorties par type, de taxiway, de voies de circulation,
- postes de stationnement par catégorie,
- configuration :
- piste(s) : unique, doublet sécant, doublet parallèle dépendant, doublet parallèle indépendant, autres... décalages des seuils d'exploitation « arrivées » et « départs »
- positionnement des sorties, nature des sorties (rapide, droite), présence d'un taxiway, taxiway complet ou non, voies de circulation double sens,
- géométrie des postes de stationnement pour les avions, nature (postes au contact, au large, présence de passerelles),

Procédures

- règles d'espacement dépendant de l'avion (masse ou chargement)
- piste :
 - distance minimale due aux « turbulences de sillage » à l'arrivée et au départ,
 - minima radar,

Annexe 5

Formulaire type pour l'entrée des données dans MACAO

Cette annexe présente une grille d'analyse remplie lors des études de capacité du système de piste(s). Elle permet d'identifier les principales hypothèses à entrer dans les modèles. Elle n'est pas exhaustive, mais constitue une base d'échange avec les partenaires impliqués dans l'étude de capacité (gestionnaire, service du contrôle...).

Grille d'analyse

Configuration de piste(s) et mode d'utilisation

Scénarios étudiés

Configuration 1
Configuration 2
Configuration 3
Configuration 4

Trafic

Typologie « moyenne » de la pointe de trafic (configurations 1, 2 et 3)

cat1 (MTOW < 7 t)	%
cat2 (7 < MTOW < 40 t)	%
cat3 (40 < MTOW < 136 t)	%
cat4 (136 t < MTOW)	%

La méthode nécessite, outre la typologie « moyenne » de la pointe de trafic « critique », une description détaillée du programme de vols.

Ensemble des données nécessaires à l'estimation des capacités techniques théoriques avec MACAO

La liste suivante présente les principaux facteurs :

- longueur de la trajectoire d'approche finale,
- verrouil¹,
- croisement des trajectoires de vol (doublet sécant),
- autres contraintes espacement dues à la qualité de la surveillance, au mode de séparation (vertical, longitudinal), aux routes utilisées (divergentes ou non - rattrapages),
- voies de circulation :
- distance minimale due aux « turbulences de sillage »,
- aire de stationnement :
- temps de traitement entre avions,
- chargement et masse de l'avion,
- type d'avions
- piste :
- masse de l'avion,

Trafic

- mélange arrivées-départs,
- mélange entre catégories d'avions,
- type d'avions

Piste :

- vitesse d'approche : dépend du type d'avion,
- vitesse de décollage : dépend du type d'avion,
- distance d'atterrissage,
- distance de décollage,
- masse de l'avion.

¹ cf. définition page 34

Caractéristiques de(s) piste(s)

Piste 1 (utilisée pour les arrivées pour les trois configurations, utilisée pour les départs pour la configuration 1)	
QFU	m
longueur	
Sortie(s) de piste	
1	Distance par rapport du seuil de piste:
Angle:	
2	Distance par rapport du seuil de piste:
Angle:	
3	Distance par rapport du seuil de piste:
Angle:	
4	Distance par rapport du seuil de piste:
Angle:	
5	Distance par rapport du seuil de piste:
Angle:	
6	Distance par rapport du seuil de piste:
Angle:	
7	Distance par rapport du seuil de piste:
Angle:	
8	Distance par rapport du seuil de piste:
Angle:	
Piste 2 (dédiée aux départs pour les configurations 2 et 3)	
Doublet de pistes parallèles	
Distance du seuil de la piste 1 au seuil de la piste 2 (<0 si le seuil de la piste 1 en aval du seuil de la piste 2)	m
Doublet des pistes sécantes	
Distance du seuil de la piste 1 au point de croisement des pistes	m
Angle formé par les axes de piste	°

Règles de circulation aérienne

Arrivées (toutes configurations)	
Longueur de la trajectoire d'approche finale	NM
Minimum d'espacement (radar ou non)	NM
	ou minutes
Distance de la limite d'autorisation d'atterrissage au seuil de la piste 1	NM
Seuil d'exploitation décalé	ou minutes
	ou <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> si oui, distance par rapport au seuil de piste 1: m
Distance du verrou « arrivées » au seuil de la piste des arrivées	NM

pas de contraintes d'espacement dues à la turbulence de sillage

Utilisation de(s) piste(s)

Arrivées				
Toutes configurations				
Vitesse moyenne sur la trajectoire d'approche finale	Catégorie 1 kts			
	Catégorie 2 kts			
	Catégorie 3 kts			
	Catégorie 4 kts			
Vitesse de passage au seuil de piste				
	Catégorie 1 kts			
	Catégorie 2 kts			
	Catégorie 3 kts			
	Catégorie 4 kts			
Vitesse de sortie de piste				
	90°: kts			
	sortie rapide: kts			
Temps d'occupation de piste à l'arrivée (mesuré)				
	Catégorie 1 s			
	Catégorie 2 s			
	Catégorie 3 s			
	Catégorie 4 s			
Affectations des arrivées aux sorties de la piste 1 (configurations 1, 2 et 3) ²⁴				
Catégorie 1	Sorties 1: % 2: % 3: % 4: %			
	5: % 6: % 7: % 8: %			
Catégorie 2	Sorties 1: % 2: % 3: % 4: %			
	5: % 6: % 7: % 8: %			
Catégorie 3	Sorties 1: % 2: % 3: % 4: %			
	5: % 6: % 7: % 8: %			
Catégorie 4	Sorties 1: % 2: % 3: % 4: %			
	5: % 6: % 7: % 8: %			
Doublet de pistes parallèles				
Temps d'occupation partielle de piste à l'arrivée (mesuré)				
	Catégorie 1 s			
	Catégorie 2 s			
	Catégorie 3 s			
	Catégorie 4 s			
Doublet des pistes sécantes				
Temps de croisement (mesuré)				
	Catégorie 1 s			
	Catégorie 2 s			
	Catégorie 3 s			
	Catégorie 4 s			
Départs				
Temps d'occupation de piste au départ (mesuré)				
	Catégorie 1 s			
	Catégorie 2 s			
	Catégorie 3 s			
	Catégorie 4 s			
ou tableau des condensements				
	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4
	Catégorie 1			
	Catégorie 2			
	Catégorie 3			
	Catégorie 4			

Annexe 6

Fiches d'analyse des logiciels de capacité

LOGICIEL	THE AIRPORT MACHINE
Caractéristiques du logiciel	<p>The Airport Machine est un modèle de simulation microscopique en temps accéléré. Il permet également de réaliser des simulations stochastiques ou statistiques.</p> <p>Les principales mesures de performance concernent les flux d'avions et la capacité (à flux tendu) côté piste par unité de temps et les retards. La structure du logiciel est comparable à celle de SIMMOD et couvre l'ensemble des opérations de quelques minutes avant l'atterrissage jusqu'à quelques minutes après le décollage.</p> <p>Piste, voies de circulation et aires de stationnement</p> <p>L'aéroport considéré doit être assimilé et modélisé comme un réseau de points et de liaisons. Les autres données en entrée concernent les fichiers de vol, la configuration de l'aéroport, les procédures ATC, les caractéristiques des avions et les données météorologiques sur la nature des vents. On peut définir jusqu'à 8 types d'avions avec leurs caractéristiques techniques. Les opérations de contrôle peuvent être intégrées en temps réel pendant la simulation ou être paramétrées pour être exécutées automatiquement.</p> <p>The Airport Machine est équipé d'une bonne interface graphique, utile pour valider des propositions. Le "post-processor" permet de déterminer des flux ou des retards à des endroits précis, identifier les conflits potentiels et produire des graphes flux/retards.</p> <p>The Airport Machine dépend étroitement du grand niveau de détails de représentation du côté "piste". Le trafic aérien est modélisé selon un réseau de liens et de points, chaque lien ne traitant qu'un seul avion à la fois. Si toutefois deux avions convergent vers le même lien, les procédures de traitement des avions (priorités, règles de circulation, etc.) intégrées dans le modèle permettent de déterminer quel avion est prioritaire et quelle est la nature du retard engendrée éventuellement.</p> <p>Airport Machine nécessite un niveau moyen d'expertise de la part des utilisateurs (moins que pour l'utilisation de SIMMOD et de TAAM), mais demande autant de ressources et de formation.</p> <p>Il permet une utilisation interactive et offre des potentialités graphiques intéressantes.</p>
Champ d'application : zone aéroportuaire concernée	
Données en entrées	
Données en sortie	
Fonctionnement du logiciel hypothèses principales	
Souplesse d'utilisation	
Extensions possibles flexibilité d'options	<p>The Airport Machine est un logiciel directement concurrent de SIMMOD et TAAM. Cependant, il offre beaucoup moins de flexibilité et d'options.</p> <p>Modèle très largement déterministe.</p>
Développement du modèle	<p>Le logiciel commercial a été développé par Airport Simulation International (ASI)</p> <p>20 000 € pour une licence.</p>
Distribution Coût du logiciel (licence et formation) Contacts éventuels	
Éléments d'évaluation	<p>The Airport Machine est un outil de simulation un peu moins détaillé que SIMMOD et TAAM. Il est dédié à l'analyse de l'aire de manœuvre sur les aéroports. Il nécessite moins de ressources qu'un logiciel généraliste et autant que SIMMOD et TAAM. Il est en revanche moins précis que les logiciels généralistes, SIMMOD et TAAM.</p>

LOGICIEL	ARCTerm
Caractéristiques du logiciel	<p>Le logiciel ARCTerm est un modèle de simulation microscopique en temps accéléré. Il permet également de réaliser des simulations stochastiques ou statistiques.</p> <p>Il mesure des quantités de passagers, d'accompagnants et de bagages et l'ensemble des temps (parcours, attente, retards...). Il permet la gestion des flux de personnes (passagers et accompagnants) et de bagages dans un aéroport. Les retards et temps d'attente obtenus permettent d'évaluer la limite de saturation du système. Il permet de détecter des problèmes de circulation des passagers et bagages dans l'aéroport et dans les systèmes de tri bagages en fonction d'un trafic réel.</p> <p>L'aéroport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flux de personnes (passagers et autres) - Flux de bagages (y compris à partir de l'avion vers l'aéroport) - Dispositifs divers (tapis roulants, P.I.F., ascenseurs, escalators...) <p>Nœuds et liens : la zone concernée par la simulation est modélisée à partir de nœuds et de liens, chacun possédant des caractéristiques (propres ou communes).</p> <p>Événements : événements qui résultent du traitement des passagers, accompagnants et bagages dans le réseau de nœuds et de liens. Ils sont : le cheminement, l'attente à une ressource... et sont mesurés. Les données sont saisies par l'utilisateur ou peuvent être importées d'un fichier externe.</p> <p>ARCTerm fournit deux types de résultats :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une animation de scénarios en 3D (hall d'entrée, transport de bagages, comptoirs d'enregistrement...). - des résultats sous forme graphique. <p>Large éventail de statistiques sur les temps de parcours, et les quantités dont voici un exemple :</p> <p>Aéroport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distance parcourue entre l'entrée et la sortie - Temps des files d'attente - Temps passé dans l'aéroport - Temps passé au service - Temps passé à d'autres activités dans le système - Utilisation des appareils (ascenseurs, escalators, tapis roulants...) <p>indiquant les variations des niveaux d'activité durant le temps de service</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre de passagers servis au total et en moyenne - Longueur des files d'attente indiquant la durée d'attente à différents moments de la journée - Paramètres critiques des files d'attente indiquant l'heure de pointe et la longueur maximale de la file d'attente - Le nombre de passagers dans l'aéroport en fonction du temps - Densité de passager dans des espaces définis en fonction du temps - Nombre de passagers passant par des portails virtuels en fonction d'intervalles de temps
Champ d'application : zone aéroportuaire concernée	
Données en entrées	
Données en sortie	



	<p>- Taux de collisions entre passagers à certains endroits définis du terminal en fonction du temps</p> <p>Aérodromes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distribution de facteurs simulés en fonction de plusieurs variables : type d'avion, type de ligne aérienne, d'aéroport et de créneau horaire - Distribution des décollages et des atterrissages en fonction de plusieurs variables : type d'avion, type de ligne aérienne, d'aéroport et de créneau horaire - Distribution simulée des retards prévus en fonction de plusieurs variables : type d'avion, type de ligne aérienne, d'aéroport et de créneau horaire - Distribution des durées de stationnement des avions en fonction de plusieurs variables : type d'avion, type de ligne aérienne, d'aéroport et de créneau horaire - Distribution des coûts d'opérations des processeurs - Coûts du temps d'attente des passagers - Revenus des activités suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - Frais d'atterrissage - Frais de location de passerelles - Frais de taxe de départ du passager - Pourcentage des ventes au détail en fonction de la tendance à dépenser et de la proportion des passagers visitant les boutiques - Aires de stationnement - Systèmes de transport au sol commercial <p>Les aéroports sont modélisés à partir d'un système de nœuds et de liens. Des propriétés sont affectées à chaque élément ou à des ensembles d'éléments.</p>
<p>Fonctionnement du logiciel hypothèses principales</p>	<p>Les passagers, accompagnants et bagages sont répartis en plusieurs groupes et chaque groupe a des caractéristiques différentes (vitesse, nombre de bagage...). Ils suivent un cheminement défini par l'utilisateur le long des liens. A chaque instant, l'état général du système change : les passagers, accompagnants et bagages évoluent entre les nœuds sur les liens en fonction des caractéristiques définies au nœuds, aux liens et aux ressources afin de modéliser les paramètres opérationnels qui régissent les comportements des passagers et des ressources.</p> <p>ARCTerm est un outil complet nécessitant un effort d'apprentissage modéré. La maîtrise complète du logiciel requiert une formation d'un durée moyenne.</p> <p>L'interface à disposition pour la modélisation est conviviale et intuitive. La détermination de chaque objet, attribut et ressource rend ces systèmes souples. Des ensembles de ressources peuvent être modélisés. La finesse de la modélisation peut donc être choisie.</p>
<p>Souplesse d'utilisation</p>	<p>Le logiciel est conçu pour la simulation dans l'aérodrome. Cependant, sa souplesse d'utilisation permet d'effectuer d'autres simulations (exemple : fret).</p>
<p>Extensions possibles flexibilité</p>	<p>ARCTerm peut être complété à ARCCapture. Pour ce dernier, le principe est de définir une zone de capture de cible (matérialisée par un carré)</p>

	<p>dans une aérogare existante. Le logiciel détecte alors la présence ou l'absence d'objet dans le carré et procède ainsi au comptage et à la mesure de temps, et ce à l'aide de caméras. Le positionnement des caméras dépend de la (ou des) zone(s) à étudier. Les études sont possibles aussi bien dans les aéroports (bornes d'enregistrement, bagages, escalators...) que sur les pistes (atterrissages et décollages, possibilité de connaître les sorties empruntées par les avions...) ou les aires de stationnement.</p> <p>La distribution du logiciel est assurée par la société ARC (Aviation Research Corporation).</p> <p>Le prix catalogue d'acquisition est d'environ 50 000 dollars, mais dépend du nombre de licences. La formation coûte 5 000 dollars, et la licence annuelle 8 000 dollars.</p>
<p>Distribution</p>	<p>K. Romi Singh Président Aviation Research Corporation Tel : 360-945-2962 Fax : 360-945-2974 E-mail: krsingh@arc-us-ca.com http://www.arc-us-ca.com</p>
<p>Contacts éventuels</p>	<p>ARCTerm est un logiciel de simulation permettant une analyse fine et détaillée des résultats précis comme des flux de passagers, d'accompagnants et de bagages, et des mesures de temps (temps d'attente, retards...). Il nécessite cependant une grande expertise du fonctionnement d'une aérogare. La fiabilité des résultats est en général qualifiée de bonne par les utilisateurs. Son point fort est sa facilité d'utilisation et son couplage à ARCCapture facilitant le comptage des passagers, bagages et autres.</p> <p>Il n'y a pas la possibilité de définir des zones de diffusion du comportement des passagers ni de simuler les chariots à bagages.</p>
<p>Éléments d'évaluation</p>	

LOGICTEL	CAMACA (Commonly Agreed Methodology for Airport Airside Capacity Assessment)
Caractéristiques du logiciel	Modèle analytique d'évaluation de la capacité aéroportuaire Modèle macroscopique Côté piste CAMACA est composé de trois modules: - RunSysCap: module d'évaluation de la capacité piste(s), - TaxiCap: module d'évaluation de la capacité des voies de circulation, - ApronCap: module d'évaluation de la capacité des aires de stationnement. Les trois modules sont en cours de développement. RunSysCap est en cours de validation. Il sera le seul à être analysé ici.
Champ d'application: zone aéroportuaire concernée	Des menus déroulants permettent d'entrer les données: - de la piste: nombre, configuration (unique, parallèles, sécantes, convergentes), type d'exploitation de chaque piste (dédiée aux arrivées, dédiée aux départs, mélange arrivées-départs), utilisation des pistes (temps d'occupation de piste à l'arrivée et au départ), - des procédures: espacement radar, séparation pour turbulences de sillage au départ et à l'arrivée, verrou, longueur d'approche finale, nombre de SIDs, - du trafic: pourcentage de catégories d'avions, vitesse d'approche des avions.
Données en entrée	Les avions sont classés suivant la classification OACI (convergere des avions).
Données en sortie	Courbe de capacité horaire du système de piste en fonction du pourcentage d'arrivées, Courbe présentant le nombre horaire de départs en fonction du nombre horaire d'arrivées, Tableau présentant la capacité horaire, le nombre horaire d'arrivées, le nombre horaire de départs pour les pourcentages d'arrivées (0 %, 25 %, 50 %, 75 % et 100 %), cf. description du modèle analytique, paragraphe 5.2.1.1. Nature du modèle.
Fonctionnement du logiciel hypothèses principales	Les menus déroulants permettent de modifier facilement les données d'entrée. Il est possible d'utiliser un scénario par défaut. Le logiciel s'utilise avec une connexion internet. Il reste localisé sur le serveur d'Eurocontrol. Les problèmes de connexion entraînent parfois des impossibilités d'ouvrir un scénario déjà créé. Il est souvent nécessaire de créer un protocole d'échange particulier pour l'utilisateur potentiel afin de contourner les pare-feu internes.
Souplesse d'utilisation	Sinon, le logiciel est considéré comme « mature » et aucune modification n'est envisagée.
Extensions possibles flexibilité	Il est en cours d'intégration dans la plate-forme OPAL (cf. fiche OPAL).

Développement du modèle	CAMACA est développé par Eurocontrol à Bruxelles. Ses algorithmes ne sont pas publiés ni disponibles. Eurocontrol souhaite conserver un copyright sur le produit.
Distribution	Eurocontrol
Coût du logiciel (licence et formation)	Gratuit
Contacts éventuels	Bruno Desart CAMACA project manager Airport Operation Unit Eurocontrol 96, rue de la fusée B-1130 Bruxelles — Belgique Tel: (+32) 2 729 31 37 Fax: (+32) 2 729 91 93 bruno.desart@eurocontrol.int
Éléments d'évaluation	<p>CAMACA (RunSysCap) est un logiciel analytique adapté aux réflexions stratégiques nécessitant une appréciation rapide de la sensibilité de la capacité « piste » lorsque des paramètres opérationnels de base tels que le nombre ou la configuration des pistes, le mix d'appareils, les espacements exigés, le temps d'occupation de la piste, etc. varient.</p> <p>Il ne nécessite pas une grande expertise du fonctionnement d'un aéroport. Les résultats sont présentés sous forme de graphique et de tableau permettant d'obtenir la capacité horaire théorique en fonction de la répartition d'arrivées et de départs. Ses points forts sont sa gratuité, ses mises à jour continues par le groupe de travail d'Eurocontrol ACAM task force (Airport Capacity Assessment Model). Comme il est un outil récent (début 2000), des menus déroulants intuitifs ont été développés. Sa gestion des scénarios permet par ailleurs de visualiser les variations de capacité. Les utilisateurs se reparaissent en Europe. Il est en cours d'intégration dans la plate-forme OPAL (cf. fiche OPAL).</p> <p>Un de ses points faibles concerne son mode de diffusion: le logiciel ainsi que les fichiers d'entrée et de résultats restent localisés sur le serveur d'Eurocontrol. Son utilisation se fait donc via internet. Les pare-feu et les problèmes éventuels de connexion risquent de limiter son usage. Les résultats ne portent que sur une répartition fixe de catégories d'avions. Il ne peut pas être utilisé de manière automatisée pour évaluer les capacités sur une journée.</p>



LOGICIEL	FAA Airfield Capacity Model
Caractéristiques du logiciel	Modèle analytique d'évaluation de la capacité aéroportuaire. Modèle macroscopique. Logiciel permettant de calculer la capacité de 15 configurations de pistes différentes (de 1 à 4 pistes exploitées) étant donné une demande continue. Pas d'interface graphique disponible.
Champ d'application : zone aéroportuaire concernée	Côté piste(s).
Données en entrées	Fichier texte avec informations sur : configuration de la ou des piste(s) en service, type d'opérations sur chacune d'elle (départs, arrivées, ou les deux), mélange des catégories d'avions, séparations (ATC) exigées entre chaque opération, caractéristiques des appareils (temps d'occupation de la piste, vitesse d'approche finale), données climatiques déterminant les conditions de vol.
Données en sortie	Capacité horaire du système de piste pour un ratio départ/arrivées donné. Des incréments de 10 % permettent d'obtenir la capacité « enveloppe » soit 11 points s'étalant de (100% départs, 0% arrivées) à (0% départs, 100% arrivées). Les 15 configurations de piste classiques sont considérées comme des combinaisons de 4 configurations de base : piste simple, doublet rapproché de pistes parallèles, doublet parallèle éloigné (indépendant), doublet sécant.
Fonctionnement du logiciel hypothèses principales	Pour chacune de ces configurations de base, le logiciel comprend un module intégré qui calcule la capacité de la configuration considérée. Ces modules sont basés sur le modèle d'une piste simple qui connaît la capacité piste "tout départ", la capacité "tout arrivées", capacité de la piste quand départs et arrivées sont alternés. Les autres capacités pour des ratios de départs/arrivées variables sont calculées par extrapolation des trois résultats précédents. Les espacements requis entre chaque opération sont supposés être respectés à 5% près. Une hypothèse est également faite sur le fait que les taxiways et les portes ont peu d'influence sur la capacité « côté piste ».

Souplesse d'utilisation	Logiciel nécessitant peu de temps pour préparer le fichier d'entrée et faire tourner le programme. Toutes les variables sont précisées par l'utilisateur, ce qui fait que toutes les situations peuvent être envisagées.
Extensions possibles flexibilité	Étant donné que le résultat de sortie est numérique, FAA Airfield Capacity Model peut être facilement associé à d'autres logiciels. Sinon, le logiciel est considéré comme "mature" et aucune modification n'est envisagée.
Développement du modèle	Programme rédigé en FORTRAN disponible sur machines IBM (200 KB de mémoire).
Distribution - Coût du logiciel (licence et formation)	Consortium Peat, Marwick, Mitchell and company, Mac Donnell Douglas Aviation (fin des années 1970) Modification par FAA avec soutien de MITRE corporation (1981) Mitre Corporation
Contacts éventuels	William J. SWEDISH - CAASD - The Mitre Corporation 7525 Colshire Drive - McLean, Virginia 22102
Éléments d'évaluation	FAA Airfield Capacity Model est un outil particulièrement adapté aux réflexions politiques nécessitant une appréciation rapide de la sensibilité de la capacité "piste" lorsque des paramètres opérationnels de base tels que le nombre ou la configuration des pistes, le mix d'appareils, les espacements exigés, le temps d'occupation de la piste, etc. varient. Le modèle pourrait être amélioré sur le calcul des capacités piste dans le cas où un départ s'insère entre deux arrivées, car jusqu'à présent, les résultats fournis par le logiciel dans le cas où une piste traite approximativement le même nombre de départs et d'arrivées ne sont pas toujours très précis.

LOGICIEL	<p>OPAL (Optimisation Platform for Airports, including Landside) OPAL est une plate-forme virtuelle permettant l'utilisation de logiciels déjà existants de simulation et analytiques concernant le côté piste et les aéroports.</p> <p>Le choix de l'un ou l'autre des logiciels présents dans la plate-forme permet de réaliser des simulations stochastiques ou statiques, et des évaluations analytiques de capacité.</p> <p>Suivant l'utilisation de l'un ou l'autre des outils, c'est un outil microscopique lorsque des logiciels de simulation sont utilisés ou macroscopique si des outils analytiques sont utilisés.</p> <p>Il peut être utilisé comme outil de planification ou comme outil d'analyse.</p>		
Caractéristiques du logiciel	<p>Capacité</p> <p>aéroports(s) ou (parties d'aéroports)</p> <p>aires de stationnement</p> <p>voies de circulation</p> <p>piste(s)</p> <p>espace aérien terminal (hors cadre d'étude)</p> <p>Environnement</p> <p>Sécurité</p> <p>Coût/bénéfice</p>	<p>Analytique</p> <p>SLAM (passagers)</p> <p>MACS (fret)</p> <p>MACAD</p> <p>INM</p> <p>TRIPAC</p> <p>CBM</p>	<p>Simulation</p> <p>POWERSIM (passagers)</p> <p>WITNESS (passagers)</p> <p>PAX/BAX (passagers et bagages)</p> <p>SIMMOD</p> <p>TAAAM</p> <p>SIMMOD</p> <p>TAAM</p> <p>TAAM</p> <p>SIMMOD</p> <p>TAAM</p> <p>TAAM</p> <p>TOPAZ</p>
Champ d'application: zone aéroportuaire concernée			
Données en entrées Logiciels de simulation	<p>Node et link: les infrastructures et les procédures sont modélisées à partir de nœuds et de liens, chacun possédant des caractéristiques (propres ou communes)</p> <p>Event: type d'avion, de passagers, destination, n° de vol, routes, parking</p> <p>Ensemble de valeurs reflétant les hypothèses relatives au trafic (volume et structure des catégories d'avions), procédures réglementaires et propres à l'environnement de l'aéroport et de l'infrastructure</p> <p>Animations: interface graphique qui permet de visualiser la simulation.</p> <p>Large éventail de statistiques sur les retards, les temps de parcours, la consommation de carburant. Les données du fichier de résultats sont compatibles avec INM 6.x. Les données en entrée de liens et de nœuds sont transformées en données INM.</p>		
Données en entrées Logiciels analytiques	<p>Valeurs de capacité en nombre d'unités (passagers, fret et mouvements)</p>		
Données en sortie Logiciels analytiques	<p>La plate-forme OPAL est constituée de 5 modules:</p> <ul style="list-style-type: none"> - interface homme machine (IHM), - base de données: elle est constituée des outils suivants: - outils d'évaluation de capacité et de retards, - outils de sécurité, 		
Fonctionnement de la plate-forme OPAL hypothèses principales	<p>La plate-forme OPAL est constituée de 5 modules:</p> <ul style="list-style-type: none"> - interface homme machine (IHM), - base de données: elle est constituée des outils suivants: - outils d'évaluation de capacité et de retards, - outils de sécurité, 		

	<ul style="list-style-type: none"> - outils environnementsaux, - outils d'évaluation coût/bénéfice, - module d'optimisation et de diagnostic, consistant de: - outils d'optimisation, - outils de diagnostic, - module de communication, - base de données centrale, <p>L'ITHM permet de construire les scénarios en entrant les données et de choisir l'outil ou les outils à utiliser et à prendre dans la base de modèles. La définition des scénarios se fait soit avec une interface graphique standard ou avec l'interface graphique propre à chaque outil. Les données d'entrée et les résultats sont sauvegardés sur la base de données centrale. Le module de communication gère l'échange de données et de résultats entre les outils et la base de données centrale. Il convertit les données standards en données utilisables par chaque outil, et inversement: il convertit les résultats de chaque outil en données standards. Lorsque les résultats sont estimés, les modules d'optimisation et de diagnostic permettent d'optimiser les scénarios en faisant varier un ou un ensemble de paramètres(s) et de faire une analyse.</p> <p>La plate-forme peut être utilisée en réseau. Les logiciels constituant OPAL peuvent ainsi être répartis entre plusieurs sites. Pour cela, le protocole est utilisé.</p>
Fonctionnement du logiciel hypothèses principales Logiciels de simulation	<p>cf. SIMMOD</p> <p>Le principe de calcul consiste à prendre en compte les données d'entrées descriptives de l'infrastructure, du trafic, des procédures et des caractéristiques des éléments présents sur le maillon considéré (passagers, fret, avions). Ces données sont ensuite réparties sous forme de matrices.</p> <p>La combinaison matricielle permet d'évaluer les résultats recherchés (capacité passagers, fret, avions...).</p> <p>OPAL est un logiciel conçu pour pouvoir être utilisé facilement par toute personne ayant de bonnes notions en matière de Circulation Aérienne et de simulation. Les interfaces sont supposées être conviviales et sont proposées sous forme d'interfaces graphiques.</p> <p>Le projet OPAL est en cours de développement. Il entre dans sa phase de finalisation et de validation qui aurait dû être achevée en octobre 2002.</p> <p>Par la suite, il sera possible d'intégrer d'autres logiciels à condition qu'ils puissent communiquer avec la plate-forme.</p> <p>Il est développé conjointement par 16 partenaires de 7 pays européens différents (pour plus de détails cf. www.inr.nl/public/hosted-sites/opal).</p> <p>Ce projet n'a été financé par la Commission Européenne (Directorate General for Transport and Energy)</p>
Fonctionnement du logiciel hypothèses principales Logiciels analytiques	
Souplesse d'utilisation	
Extensions possibles flexibilité	
Développement du modèle	

Distribution Coût du logiciel (licence et formation)	Prix d'acquisition: non défini car pas encore commercialisé
Contacts éventuels	Contact: M. Van Eenige Program Manager National Aerospace Laboratory NLR opal@nlr.nl www.nlr.nl/public/hosted-sites/opal
Éléments d'évaluation	OPAL présente l'avantage d'être un outil complet comportant différentes approches méthodologiques (analytique, simulation), et de couvrir l'ensemble des niveaux de détail. Son champ d'application couvre l'ensemble de l'aéroport (de l'aérogare à l'en route). Il nécessite une grande expertise du fonctionnement d'un aéroport. La fiabilité des résultats dépend de celle des outils utilisés (cf. SIMMOD, TAAM). OPAL n'est pas encore complètement développé. Son prix n'est pas défini. Ses points faibles sont ceux des outils présents. CBM: Cost Benefit Modeller INM: Integrated Noise Model MACAD: MANTEA Airfield Capacity and Delay MACS: Macro Cargo Simulator PAX/BAX: Passenger/baggage Flow Model POWERSIM: System Dynamics Passenger Flow SIMMOD: Simulation Model (Airport and Airspace Simulator) SLAM: Simple Landside Aggregate Model TAAM: Total Airspace and Airport Modeller TOPAZ: Traffic Organisation and Perturbation Analyser TRIPAC: Third Party Risk Analysis Package for Aircraft Accidents around Airports WITNESS: Passenger Flow Model

LOGICIEL	PAXSIM Le logiciel PAXSIM est un modèle de simulation microscopique en temps accéléré. Il permet également de réaliser des simulations stochastiques ou statiques. Il mesure des quantités de passagers et de bagages et l'ensemble des temps (parcours, attente, retards...). Il permet la gestion des flux de passagers et de bagages dans une aérogare. Les retards et temps d'attente obtenus permettent d'évaluer la limite de saturation du système. Il permet de détecter des problèmes de circulation des passagers et bagages dans l'aérogare et dans les systèmes de tri bagages en fonction d'un trafic réel.
Caractéristiques du logiciel	- flux de personnes (passagers) - flux de bagages - dispositifs divers (tapis roulants, P.I.F., ascenseurs, escalators...) Nœuds et liens : la zone concernée par la simulation est modélisée à partir de nœuds et de liens, chacun possédant des caractéristiques (propres ou communes), Zone de diffusion : des zones dans laquelle le passagers bouge d'un point à l'autre suivant une loi de diffusion (évite les autres passagers en déviant de trajectoire...) Événements : événements qui résultent du traitement des passagers et bagages dans le réseau de nœuds et de liens. Ils sont : les circulation, l'attente à une ressource... et sont mesurés. Les données sont saisies par l'utilisateur ou peuvent être importées d'un fichier externe.
Champ d'application : zone aéroportuaire concernée	PAXSIM fournit deux types de résultats : une animation de scénarios en 3D (hall d'entrée, transport de bagages, comptoirs d'enregistrement...), des résultats sous forme graphique. Large éventail de statistiques sur les temps de parcours, et les quantités dont voici un exemple :
Données en entrées	Aérogare - Distance parcourue entre l'entrée et la sortie - Temps des files d'attente - Temps passé dans l'aérogare - Temps passé au service - Temps passé à d'autres activités dans le système - Utilisation des appareils(ascenseurs, escalators, tapis roulants...) indiquant les variations des niveaux d'activité durant le temps de service
Données en sortie	



	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de passagers servis au total et en moyenne - Longueur des files d'attente indiquant la durée d'attente à différents moments de la journée - Paramètres critiques des files d'attente indiquant l'heure de pointe et la longueur maximale de la file d'attente - Le nombre de passagers dans l'aérogare en fonction du temps - Densité de passager dans des espaces définis en fonction du temps - Nombre de passagers passant par des portails virtuels en fonction d'intervalles de temps - Taux de collisions entre passagers à certains endroits définis du terminal en fonction du temps <p>Aéronautes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distribution de facteurs simulés en fonction de plusieurs variables : type d'avion, type de ligne aérienne, d'aéroport et de créneau horaire - Distribution des décollages et des atterrissages en fonction de plusieurs variables : type d'avion, type de ligne aérienne, d'aéroport et de créneau horaire - Distribution simulée des retards prévus en fonction de plusieurs variables : type d'avion, type de ligne aérienne, d'aéroport et de créneau horaire - Distribution des durées de stationnement des avions en fonction de plusieurs variables : type d'avion, type de ligne aérienne, d'aéroport et de créneau horaire
<p>Fonctionnement du logiciel hypothèses principales</p>	<p>Les aérogares sont modélisés à partir d'un système de nœuds, de liens et de zones de diffusion. Des propriétés sont affectées à chaque élément ou à des ensembles d'éléments.</p> <p>Les passagers et bagages sont répartis en plusieurs groupes et chaque groupe a des caractéristiques différentes (vitesse, nombre de bagages...). Ils suivent un cheminement défini par l'utilisateur le long des liens. A chaque instant, l'état général du système change : les passagers et bagages évoluent entre les nœuds sur les liens en fonction des caractéristiques définies au nœuds, aux liens et aux ressources afin de modéliser les paramètres opérationnels qui régissent les comportements des passagers et des ressources.</p> <p>PaxSim est un outil complet nécessitant un effort d'apprentissage modéré. La maîtrise complète du logiciel requiert une formation d'une durée moyenne.</p> <p>L'interface à disposition pour la modélisation est conviviale et intuitive. La détermination de chaque objet, attribut et ressource rend ces systèmes souples. Des ensembles de ressources peuvent être modélisés. La finesse de la modélisation peut donc être choisie.</p>
<p>Souplesse d'utilisation</p>	

<p>Extensions possibles flexibilité</p>	<p>Le logiciel est conçu pour la simulation dans l'aérogare. Un lien statique avec le logiciel de simulation TAA.M est à l'étude.</p> <p>La distribution du logiciel est assurée par la société PRESTON Aviation. Le prix catalogue d'acquisition est d'environ 250 000 €, mais dépend du nombre de licences.</p>
<p>Distribution</p>	<p>Ian SIMPSON European Business Development Manager Preston Aviation Solutions Ltd. Golden Cross House 8 Duncannon Street London WC2N 4JF United Kingdom Email: ian.simpson@preston-aviation.co.uk Tel. +44 207 484 5234 Fax. +44 207 484 4951 Mob. +44 7966 170255 e-mail : ian.simpson@preston-aviation.co.uk Internet: http://www.preston.net/</p>
<p>Contacts éventuels</p>	<p>PaxSim est un logiciel de simulation permettant une analyse fine et détaillée donnant des résultats précis comme des flux de passagers, de bagages, et des mesures de temps (temps d'attente, retards...). Il nécessite cependant une grande expertise au fonctionnement d'une aérogare. La fiabilité des résultats est en général qualifiée de bonne par les utilisateurs. Son point fort est sa facilité d'utilisation et la possibilité de définir des zones de diffusion du comportement des passagers.</p> <p>Il n'y a pas la possibilité de simuler les accompagnants, ni les chariots à bagages. Le développement de la simulation des accompagnants est à l'étude.</p>



LOGICIEL	<p>RAMS Plus (Reorganized ATC Mathematical Simulator)</p> <p>RAMS Plus est un modèle de simulation microscopique en temps accéléré. Il permet également de réaliser des simulations stochastiques ou statistiques. Il a été développé en langage C++.</p> <p>Il mesure des quantités d'avions et l'ensemble des temps (parcours, attente, retards...). Les retards obtenus permettent d'évaluer la limite de saturation du système. Il permet de détecter des problèmes de circulation au sol et en l'air en fonction d'un trafic réel. Il permet par ailleurs d'évaluer la charge de travail des contrôleurs pour une sectorisation donnée.</p> <p>RAMS Plus est un simulateur « gate to gate ».</p> <p>Le modèle comprend deux composants intégrés : RAMS Plus airside et RAMS Plus groundside.</p> <p>Le premier couvre la partie En route et la zone aérienne terminale (TMA), et le second contient, outre la TMA, les systèmes de piste(s), les voies de circulation et les postes de stationnement.</p> <p>Il permet par ailleurs de modéliser les interactions entre plusieurs aéroports.</p> <p>Nœuds et liens : la zone concernée par la simulation est modélisée à partir de nœuds et de liens, chacun possédant des caractéristiques (propres ou communes).</p> <p>Événements : événements qui résultent du traitement des avions dans le réseau de nœuds et de liens. Ils sont : les vols, l'attente d'un vol... et sont mesurés.</p> <p>Large éventail de statistiques sur les retards, les temps de parcours, la charge de travail des contrôleurs.</p> <p>Animations : interface graphique qui permet de visualiser la simulation.</p> <p>Le ou les aéroports et l'espace aérien terminal sont modélisés à partir d'un système de nœuds et de liens. Des propriétés sont affectées à chaque élément ou à des ensembles d'éléments.</p> <p>Les avions sont répartis en plusieurs groupes et chaque groupe a des caractéristiques différentes (distances d'atterrissage, vitesse d'approche,...). Ils suivent un cheminement défini par l'utilisateur le long des liens. A chaque instant, l'état général du système change : les avions évoluent entre les nœuds sur les liens en fonction des caractéristiques définies aux avions, au nœuds et aux liens afin de modéliser les paramètres opérationnels qui régissent les vols dans les zones considérées.</p>
Caractéristiques du logiciel	<p>RAMS est un outil complet nécessitant un effort d'apprentissage modéré. La maîtrise complète du logiciel requiert une utilisation d'un mois environ.</p> <p>L'interface à disposition pour la modélisation est conviviale et intuitive.</p> <p>Pas d'extension possible, puisque le logiciel intègre déjà l'ensemble des parties airside (simulateur gate to gate). Par contre, un couplage avec un simulateur d'aérogare peut être envisagé.</p> <p>RAMS est un produit d'Eurocontrol à l'origine, son développement et ses maintenances sont assurés par la société ISA Software depuis 1996.</p>
Champ d'application : zone aéroportuaire concernée	<p>ISA Software</p> <p>Il faut compter 10 000 euros pour la version « groundside », 17 500 euros pour la version « airside » et 25 000 euros pour les deux. Les mises à jour annuelles coûtent 30% du prix d'achat initial.</p> <p>ISA Software : Ian Crook 38, rue des Gravilliers 75003 Paris ian@isa-software.com</p>
Données en entrées	<p>RAMS est un logiciel de simulation permettant une analyse fine et détaillée de données de résultats précis comme des flux d'avions, et des mesures de temps (temps d'occupation de piste, temps d'attente, retards...). Il nécessite cependant une grande expertise du fonctionnement d'un aéroport. La fiabilité des résultats est en général qualifiée de bonne par les utilisateurs. Ses points forts sont son faible prix, ses mises à jour fréquentes et la réponse rapide à des demandes particulières des utilisateurs.</p>
Données en sortie	<p>La modélisation de la zone aérienne terminale est simplifiée (pas de générations de trajectoires) limitant la représentation des stratégies de contrôle.</p>
Fonctionnement du logiciel hypothèses principales	



LOGICIEL	SIMMOD (Simulation Model) SIMMOD est un modèle de simulation microscopique en temps accéléré. Il permet également de réaliser des simulations stochastiques ou statistiques. (langage C ++ et le moteur de simulation est en SIMSCRIPT) Il mesure des quantités d'avions et l'ensemble des temps (parcours, attente, retards...). Les retards obtenus permettent d'évaluer la limite de saturation du système. Il permet de détecter des problèmes de circulation au sol et en l'air en fonction d'un trafic réel
Champ d'application : zone aéroportuaire concernée	En route, zone aérienne terminale (TMA), système de piste(s), voie de circulation et parking Il permet de modéliser les interactions entre plusieurs aéroports
Données en entrées	Nœud et link : la zone concernée par la simulation est modélisée à partir de nœuds et de liens, chacun possédant des caractéristiques (propres ou communes). Event: événements qui résultent du traitement des avions dans le réseau de nœuds et de liens. Ils sont: les vols, l'attente d'un vol... et sont mesurés.
Données en sortie	Large éventail de statistiques sur les retards, les temps de parcours, la consommation de carburant Animations: interface graphique qui permet de visualiser la simulation.
Fonctionnement du logiciel Hypothèses principales	La modélisation est composée de trois fichiers: Airspace : définit les caractéristiques de la circulation aérienne Ground : définit les caractéristiques de circulation au sol et des parkings Events : définit le trafic Le ou les aéroports et l'espace aérien sont modélisés à partir d'un système de nœuds et de liens. Des propriétés sont affectées à chaque élément ou à des ensembles d'éléments. Les avions sont répartis en plusieurs groupes et chaque groupe a des caractéristiques différentes (distances d'atterrissage, vitesse d'approche...). Ils suivent un cheminement défini par l'utilisateur le long des liens. À chaque instant, l'état général du système change: les avions évoluent entre les nœuds sur les liens en fonction des caractéristiques définies aux avions, aux nœuds et aux liens afin de modéliser les paramètres opérationnels qui régissent les vols dans les zones considérées.
Souplesse d'utilisation	SIMMOD est un outil complet nécessitant une grande expertise chez les utilisateurs. La maîtrise complète du logiciel requiert une formation importante des utilisateurs. Deux versions sont disponibles: une version dont l'interface « utilisateur » est assez pauvre et apporte assez peu d'éléments de diagnostics. Le codage se fait à partir de fichier texte, les versions interfacées (SIMMOD) possèdent une interface homme machine afin d'entrer les données et d'interpréter les résultats. Ces interfaces intuitives avec menus déroulants facilitent l'utilisation du logiciel.

Extensions possibles flexibilité	Plusieurs logiciels ont été développés ou sont en cours de développement à partir du moteur de simulation de SIMMOD: SIMMOD +: interface de saisie des données et d'exploitation développée par ATAC et comprenant des améliorations du moteur de simulation, PASSIM: interface de saisie des données et d'exploitation des résultats développée par Eurocontrol qui utilise le moteur de simulation de la version de base de SIMMOD.
Développement du modèle	TotalAirportSim: logiciel développé par IATA intégrant le moteur de simulation SIMMOD comportant des améliorations et permettant de traiter l'ensemble de l'aéroport (en route, TMA, aire de manœuvre, aérogares), TRACS: logiciel permettant de traiter l'ensemble de l'aéroport (en route, TMA, aire de manœuvre, aérogares) intégrant SIMMOD pour le côté piste et ARENA pour le côté ville. Plusieurs sociétés privées développent des outils « améliorés » (cf. extension possible et flexibilité). ATAC a reçu un financement de la FAA pour améliorer le moteur de base.
Distribution Coût du logiciel (licence et formation)	Eurocontrol pour la version de base (gratuite) et PASSIM (gratuit mais le développement a été suspendu fin 2002). ATAC pour la version de base (gratuite) et SIMMOD +. Il faut compter 5950 \$ pour une licence SIMMOD + et 18 % de plus par an pour avoir une mise à jour annuelle. TransSolution propose des stages de formation sur SIMMOD.
Contacts éventuels	FAA: John Zinna US department of transportation Federal Aviation Authority 800 Independence Avenue, SW Washington, DC 20591, USA Tel: + 1 609 485 6330 john.zinna@faa.gov Petercric@eurocontrol.int ATAC: David Holl VP Aviation Modelling Technology ATAC corporation 757 N. Mary Avenue Sunnyvale CA94085, USA Tel: + 1 408-736-2822 Fax: + 1 408-736-8447 davidholl@aac.com IATA: cf. fiche sur Total Airport Sim



	<p>SIMMOD est un logiciel de simulation permettant une analyse fine et détaillée donnant des résultats précis comme des flux d'avions, la consommation des avions et des mesures de temps (temps d'occupation de piste, temps d'attente, retards...). Il nécessite une grande expertise du fonctionnement d'un aéroport. La fiabilité des résultats est en général qualifiée de bonne par les utilisateurs. Ses points forts sont son faible prix, ses mises à jour continues par des utilisateurs et par ATAC (pour la version de base et SIMMOD+). Les utilisateurs se répartissent dans 30 pays des cinq continents. Il peut par ailleurs être connecté à INM. SIMMOD est également un atout en matière de communication (grâce à une visualisation très conviviale des projets).</p> <p>Le point faible de la version de base est la complexité à utiliser des fichiers texte. Dans ce cas, la ressource devient importante. Par ailleurs, une formation sur le codage des données est nécessaire. La version interfacée évite ce problème et accélère et rend plus souple son utilisation.</p> <p>La modélisation de la zone aéroterminale est simplifiée limitant la représentation des stratégies de contrôle.</p>
--	---

Éléments d'évaluation

LOGICIEL	<p>TAAM (Total Airspace and Airport Modeller)</p> <p>TAAM est un modèle de simulation microscopique en temps accéléré. Il permet également de réaliser des simulations stochastiques ou statistiques.</p> <p>Il peut être utilisé comme outil de planification aéroportuaire ou comme outil d'analyse et de faisabilité des concepts ATM. Il peut simuler la majorité des fonctions ATM en détail et peut également fournir des scénarios en « temps réel » pour des simulateurs ATC.</p> <p>En route, zone aéroterminale (TMA), système de piste(s), voie de circulation et parking</p> <p>Il permet de modéliser les interactions entre plusieurs aéroports.</p> <p>Deux types de données d'entrée :</p> <p>1. Les éléments graphiques entrés grâce à l'éditeur graphique Gtool tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la description du système aéroportuaire : pistes définies par l'axe de piste, les taxiways définis par les contours et des arcs entre deux noeuds (= intersection), les aires stationnement, les portes ou gates définis par des points, etc. - la définition des routes et la sectorisation <p>2. Des éléments saisis par l'éditeur de données, IDIS concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les règles de contrôle du trafic aérien, - le système de balises, - des paramètres de détection et les tactiques de résolution de conflits, - la stratégie d'utilisation des pistes, taxiways... (à l'aide de règles dynamiques sous la forme « if... then » engendrant des contraintes pour l'algorithme d'optimisation de trajectoire, et pouvant également modifier dynamiquement le comportement d'un avion en évolution) - les turbulences de sillage, - la sélection des SIDs et STARS, - la programmation des vols (échantillon de trafic considéré), - des données de performance avion (modèle tabulé, fourni dans TAAM)... <p>Animations : interface graphique qui permet de visualiser la simulation.</p> <p>TAAM fournit en sortie de simulation des graphiques relatifs aux indicateurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les retards, - les conflits : comptage par degré de gravité, classement en conflits résolus ou pas, - les mouvements d'aéroport, les opérations sur les pistes et les taxiways, les temps d'occupation de piste, - la charge de trafic sur les routes, les secteurs, les balises... - la consommation de carburant, - les profils des avions, - la charge de travail du contrôleur (en TMA ou en-route, pas possible au sol)...
Caractéristiques du logiciel	
Champ d'application : zone aéroportuaire concernée	
Données en entrée	
Données en sortie	



<p>The Preston Group (Australian Office) Phil Ratbery Service commercial +61 (3) 9428 8899 www.preston.net</p>	<p>TAAM est un logiciel de simulation permettant une analyse fine et détaillée du trafic aérien et des résultats précis comme des flux d'avions, la consommation des avions et des mesures de temps (temps d'occupation de piste, temps d'attente, retards...). Il nécessite une grande expertise du fonctionnement d'un aéroport. La fiabilité des résultats est en général qualifiée de bonne par les utilisateurs. Son principal avantage est la richesse des résultats (qui permettent le choix d'un grand nombre d'indicateurs).</p> <p>TAAM est également un atout en matière de communication (grâce à une visualisation très conviviale des projets). Les utilisateurs se répartissent sur les cinq continents. Il est utilisé par de nombreux services à travers le monde, qu'il s'agisse de fournisseurs de service ATC (FS, NATS, Skyguide...), de gestionnaires d'aéroports (AENA) ou de compagnies aériennes (FedEx, Delta...). Il peut par ailleurs être connecté à INM. Il nécessite une formation assez longue (de deux à quatre semaines).</p> <p>En ce qui concerne les aspects négatifs, on peut souligner quelques limitations fonctionnelles du logiciel, notamment pour l'aspect « guidage radar » (différent des procédures standard) dont le mécanisme est très simplifié. Quelques difficultés sont également rencontrées pour le séquençage des avions à l'arrivée mais des améliorations sont en cours. Enfin, la procédure dite « alternance taxiway routing » n'est pas gérée par le logiciel.</p> <p>Son prix d'acquisition est très élevé et l'utilisateur n'a pas accès aux fichiers sources du programme. Ses mises à jour sont donc limitées à celles que The Preston Group accepte de faire.</p>
--	---

Éléments d'évaluation

<p>Plus généralement, on peut obtenir tout type de résultats numériques pouvant être établis à partir des fichiers « événements » de la simulation (= fichiers « rapport » générés par TAAM pendant la simulation, dans lesquels sont reportés de manière exhaustive tous les événements survenus à chaque avion).</p> <p>Par défaut, TAAM génère une trajectoire 4D optimale du point de vue du pilote. Puis, en fonction des règles et des procédures qui ont été définies, TAAM modifie cette trajectoire, et fait évoluer les avions les uns en fonction des autres, en gérant les conflits, les files d'attente, les allocations de portes...</p> <p>L'architecture de TAAM peut être décomposée en 5 modules utilisables indépendamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> 2 modules de données en entrée : IDIS, éditeur de données et Gtrod, outil graphique 1 module de traitement : TAAM, moteur de simulation 2 modules de données en sortie : RPF, générateurs de rapports (tableaux et courbes), et TAAM Viewer, interface graphique. <p>TAAM est un outil complet nécessitant une grande expertise chez les utilisateurs. La maîtrise complète du logiciel requiert une formation importante. Les interfaces sont supposées être conviviales, mais il est souvent nécessaire de développer des outils de pré- ou de post-processing pour pouvoir traiter un grand nombre de données.</p> <p>SimShow est une interface permettant de visualiser les simulations sous PC par exemple (affichage de type « vue radar »).</p> <p>Globalement TAAM est un simulateur autonome dont la flexibilité est relativement limitée.</p> <p>TAAM est développé par The Preston Group, une société de services australienne, qui fait maintenant partie du groupe Boeing, en coopération avec la CAA (Australian Civil Aviation Authority). Le programme a été écrit spécifiquement pour mettre en œuvre le modèle. Le code source n'est pas connu des utilisateurs et toute modification/amélioration doit être demandée à Preston. Les utilisateurs de TAAM se réunissent au moins 2 fois par an pour faire le point sur les modifications/corrections/améliorations qu'ils souhaitent voir apporter au logiciel, et les transmettre à Preston, qui tente d'y répondre selon ses moyens.</p> <p>À titre d'exemple, sous certaines conditions, la licence de TAAM a été achetée par le SCTA en 1996 pour 2,10 MF et le coût de la maintenance est actuellement de 70000 \$ US/an. Des stages de formation sont organisés par Preston (à titre d'exemple, un stage de 2 semaines nous a été proposé à 9500 €), ainsi que par certains utilisateurs (FS, Skyguide), ou consultants.</p>	<p>Eurocontrol: Louis Sillard Centre Experimental d'Eurocontrol BP15, 91222 Brétigny sur Orge Tel: 01 69 88 75 38 Fax: 07 69 88 72 11 louis.sillard@eurocontrol.int</p>
<p>Fonctionnement du logiciel hypothèses principales</p>	
<p>Souplesse d'utilisation</p>	
<p>Extensions possibles flexibilité</p>	
<p>Développement du modèle</p>	
<p>Distribution Coût du logiciel (licence et formation)</p>	
<p>Contacts éventuels</p>	



LOGICIEL	TOTAL AIRPORT SIM
Caractéristiques du logiciel	Total AirportSim est un module de simulation microscopique en temps accéléré et temps réel. Il permet également de réaliser des simulations stochastiques ou statiques. Il peut être utilisé comme outil de planification ou comme outil d'analyse.
Champ d'application : zone aéroportuaire concernée	En route, zone aérienne terminale (TMA), système de piste(s), voie de circulation et parking, aérogare(s) (ou parties d'aérogares).
Données en entrées	Il permet de modéliser les interactions entre plusieurs aéroports. Node et link: les infrastructures et les procédures sont modélisées à partir de nœuds et de liens, chacun possédant des caractéristiques (propres ou communes) Event: type d'avion, de passagers, destination, n° de vol, routes, parking
Données en sortie	Animations: interface graphique qui permet de visualiser la simulation. Large éventail de statistiques sur les retards, les temps de parcours, la consommation de carburant. Les données du fichier de résultat sont compatibles avec INM 6.x. Les données en entrée de liens et de nœuds sont transformées en données INM. Le logiciel est composé de trois modules: - module « flux d'avions », - module « gate », - module « flux de passagers ».
Fonctionnement du logiciel hypothèses principales	Le principe de la simulation de chacun des modules est le même que celui de SIMMOD (cf. fiche d'analyse de SIMMOD): les éléments (avions ou passagers) évoluent sur les liens et aux nœuds en fonction de leurs caractéristiques, et des procédures retenues aux liens et aux nœuds. Le module « gate » permet de gérer le transfert des passagers de et vers les avions.
Souplesse d'utilisation	Total Airport Sim est un outil complet nécessitant une grande expertise chez les utilisateurs. La maîtrise complète du logiciel requiert une formation importante. Les interfaces sont supposées être conviviales et sont proposées sous forme de menus déroulant.
Extensions possibles flexibilité	Pas d'extension possible, puisque le logiciel intègre déjà l'ensemble des parties de l'aéroport.
Développement du modèle	Il est développé conjointement par IATA et Lti. Le programme a été écrit spécifiquement pour mettre en œuvre le modèle et constitue une amélioration de celui de SIMMOD. Le code source est connu et est similaire à celui de SIMMOD si bien que Total Airport Sim est compatible avec SIMMOD 2.3.

Distribution Coût du logiciel (licence et formation)	Il est développé conjointement par IATA et Lti. Prix d'acquisition: 150 000 euros.
Contacts éventuels	Chris Mirfin Assistant Director Airport Consultancy Services International Air Transport Association 800 place Victoria, PO Box 113 Montreal, Quebec, Canada H4Z 1M1 Tel: 1 (514) 874 0202 Fax: 1 (514) 874 2662 airportdev@iata.org
Éléments d'évaluation	Total AirportSim est un logiciel de simulation permettant une analyse fine et détaillée de résultats précis comme des flux d'avions, la consommation des avions et des mesures de temps (temps d'occupation de piste, temps d'attente, retards...). Il nécessite une grande expertise du fonctionnement d'un aéroport. La fiabilité des résultats est en général qualifiée de bonne par les utilisateurs. Outre la richesse des résultats (qui permettent le choix d'un grand nombre d'indicateurs), son principal avantage est la modélisation des aérogares avec la continuité des données de trafic avec les aires de stationnement permettant une analyse du lien entre les aérogares et l'aire de mouvements. Il permet aussi la simulation temps réel. Total AirportSim est également un atout en matière de communication (grâce à une visualisation très conviviale des projets). Les utilisateurs se repartissent sur les cinq continents. Il est notamment utilisé par le service d'études de l'IATA. Il peut par ailleurs être connecté à INM. Il nécessite une formation assez longue (de deux à quatre semaines). Son prix d'acquisition est élevé.



<p>LOGICIEL</p> <p>Caractéristiques du logiciel</p>	<p>OUTILS GÉNÉRALISTES DE SIMULATION</p> <p>Les outils généralistes de simulation sont des logiciels de simulation dynamique en temps accéléré et ont été développés afin de simuler les processus de production de n'importe quel type. Ils répondent aux problématiques de la production et peuvent être utilisés pour la modélisation d'aéroport.</p> <p>Ils permettent de réaliser des simulations stochastiques ou statiques. Ce sont des outils microscopiques (niveau de détails élevé).</p> <p>Ils peuvent être utilisés comme outil de planification ou comme outil d'analyse.</p> <p>Simulation de la totalité du système de trafic aérien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aéroports, - Aires de stationnement, - Taxiways, - Pistes(s) et zone d'approche finale, - Espace aérien terminal et en-route. <p>Deux types de données d'entrées:</p> <ul style="list-style-type: none"> - les caractéristiques physiques du système (dessin du circuit), - détermination des attributs des objets (avions, passagers, fret, bagages...): <ol style="list-style-type: none"> 1. Vitesse, 2. nombre, 3. principes de gestion. <p>Tout objet peut être créé et défini.</p>
<p>Champ d'application : zone aéroportuaire concernée</p>	<p>Visualisation de la simulation</p> <p>Plus généralement, on peut obtenir tout type de résultats numériques pouvant être établis à partir des fichiers « événements » de la simulation, dans lesquels sont reportés de manière exhaustive tous les événements survenus à chaque objet</p> <p>Leur principe d'utilisation est celui d'un flow chart, qui permet d'organiser et d'assembler des ressources, pouvant être organisées en bibliothèque, et s'appropriant des entités en entrée. Plus concrètement, le processus de traitement des objets est décomposé en tâches élémentaires, chacune d'entre elles pouvant être modélisée. Les ressources induisent des actions (assemblages, changement de propriétés des entités...) du type « cease », « delay », « release » (c'est-à-dire « octroi d'une ressource à une entité pour un traitement de X minutes puis libération de cette ressource »). Les entités sont créées par l'utilisateur qui définit leurs propriétés.</p> <p>Vocabulaire:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objet ou entité = passager ou bagage, chaque entité pouvant avoir différentes propriétés ou « attributs » - attribut = classe, destination, n° de vo, nombre de bagages (si l'entité est un passager) - ressource = banque d'enregistrement, PIF, manutentionnaire, etc. <p>Ce fonctionnement nécessite:</p>
<p>Données en entrée</p>	<p>Tout objet peut être créé et défini.</p>
<p>Données en sortie</p> <p>Fonctionnement des logiciels hypothèses principales</p>	<p>Leur principe d'utilisation est celui d'un flow chart, qui permet d'organiser et d'assembler des ressources, pouvant être organisées en bibliothèque, et s'appropriant des entités en entrée. Plus concrètement, le processus de traitement des objets est décomposé en tâches élémentaires, chacune d'entre elles pouvant être modélisée. Les ressources induisent des actions (assemblages, changement de propriétés des entités...) du type « cease », « delay », « release » (c'est-à-dire « octroi d'une ressource à une entité pour un traitement de X minutes puis libération de cette ressource »). Les entités sont créées par l'utilisateur qui définit leurs propriétés.</p> <p>Vocabulaire:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objet ou entité = passager ou bagage, chaque entité pouvant avoir différentes propriétés ou « attributs » - attribut = classe, destination, n° de vo, nombre de bagages (si l'entité est un passager) - ressource = banque d'enregistrement, PIF, manutentionnaire, etc. <p>Ce fonctionnement nécessite:</p>

<p>Souplesse d'utilisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - génération de nombres aléatoires nécessaires pour les simulations, - gestion du temps de la simulation, - évolution du système pas à pas en notant les états de chaque objet qui réagit dans le système modélisé en fonction de ses attributs, - gestion par file d'attente, - enregistrement pas à pas de chaque événement et d'état des objets, - module d'analyse et de représentation des résultats, - module d'optimisation des flux par variation de paramètres choisis
<p>Extensions possibles flexibilité</p>	<p>La détermination de chaque objet, attribut et ressource rend ces systèmes souples. Des ensembles de ressources peuvent être modélisés. La finesse de la modélisation peut donc être choisie. Une grande finesse nécessite en général une bonne connaissance du domaine aéroportuaire, une analyse permettant de déterminer les attributs des objets et des ressources, et donc beaucoup de temps.</p> <p>Ces logiciels peuvent être compatibles avec d'autres logiciels tels que AUTO CAD, Excel... Des modules complémentaires sont parfois proposés (représentation 3D...). Des catalogues d'objets peuvent être commandés aux développeurs.</p>
<p>Liste et distribution de ces logiciels</p>	<p>ARENA SEGULA Tel: 04.37.49.61.00 www.segula.fr simcore Tel: 04.47.78.53.53 simcore@simcore.com www.simcore.com Tecnomatix Tel: 01.34.58.24.00 info@tecnomatix.com www.tecnomatix.com NOVAL conseil Tel: 04.72.53.98.78 contact@noval.fr www.noval.fr Lanner Group Tel: 01.45.70.57.51 www.lanner.fr</p>
<p>Éléments d'évaluation</p>	<p>Ces logiciels sont des outils très fins, qui nécessitent par conséquent une validation solide. Leur avantage est aussi la richesse des résultats (qui permettent le choix d'un grand nombre d'indicateurs). Ils constituent également un atout en matière de communication (grâce à une visualisation très conviviale des projets).</p>

Annexe 7

Exemple de ratios détaillés

(tous les paramètres n'ont pas été pris en compte) source : IATA

<p>DEPARTURES KERB</p> <p>a = peak hour number of ORIGINATING passengers p = proportion of passengers using car/taxi m = average number of passengers per car/taxi l = average kerb length required per car/taxi (mètres) t1 = average departure kerb occupancy time per car/taxi (minutes)</p> <p>$L = (a * p * t1) / (60 * h)$</p>	<p>1,000 0,700 1,700 6,500 1,500</p> <p>0,067 mètres linéaires</p>
<p>DEPARTURES CONCOURSE</p> <p>a = peak hour number of ORIGINATING passengers b = number of TRANSFER passengers NOT processed airside t2 = average occupancy time per passenger/visitor (minutes) s = space required per person (square metres) o = number of visitors per passenger $A = s * (t2/60) * 3 * (a * (1 + o) + b) / 2$</p>	<p>1,000 25,000 1,250 1,200 1,719</p> <p>mètres carrés</p>
<p>CHECK-IN DESKS (CENTRALIZED, COMMON CHECK-IN)</p> <p>a = peak hour number of ORIGINATING passengers b = number of TRANSFER passengers NOT processed airside t3 = average processing time per passenger (minutes) $N = (a + b) * t3 / 60$</p> <p>QUEUEING AREA — CHECK-IN</p> <p>a = peak hour number of ORIGINATING passengers b = number of TRANSFER passengers NOT processed airside s = space required per passenger (square metres) $A = s * (20/60) * (3 * (a + b) / 2) - (a + b) = (s * (a + b)) / 6$</p>	<p>1,000 1,500 0,250</p> <p>mètres carrés</p>
<p>PASSPORT CONTROL — DEPARTURES</p> <p>a = peak hour number of ORIGINATING passengers b = number of TRANSFER passengers NOT processed airside t4 = average processing time per passenger (minutes) $N = ((a + b) * t4) / 60$</p> <p>DEPARTURE LOUNGE (excluding concessions except bar/snack bar facilities)</p> <p>c = peak hour number of DEPARTING passengers u = average occupancy time per long-haul passenger (minutes) v = average occupancy time per short-haul passenger (minutes) i = proportion of long-haul passengers k = proportion of short-haul passengers s = space required per passenger (square metres)</p>	<p>1,000 0,500 0,008</p> <p>positions</p> <p>1,000 30,000 1,000 2,000</p>

<p>$A = s * c * (u * i + v * k) / 60$</p> <p>SECURITY CHECK — CENTRALIZED</p> <p>a = peak hour number of ORIGINATING passengers b = peak hour number of TRANSFER passengers NOT processed airside x = capacity of X-ray Hand Baggage Unit (pcs./hour) w = number of hand baggage items per passenger $N = ((a + b) * w) / x$</p> <p>SECURITY CHECK — GATE HOLD ROOM</p> <p>m = maximum number of seats on largest aircraft handled at the gate x = capacity of X-ray Hand Baggage Unit (pcs./hour) w = number of hand baggage items per passenger g = time of arrival of first passenger at gate hold room (mins. before STD) h = time last passenger should board (mins. before STD) $N = (60 * m * w) / (x * (g - h))$</p> <p>GATE HOLD ROOMS (excluding concessions except bar/snack bar facilities)</p> <p>m = maximum number of seats on largest aircraft handled at the gate s = space required per passenger (square metres) $A = m * s$</p> <p>ARRIVALS HEALTH CHECK (where required)</p> <p>t5 = average service time per passenger (minutes) z = maximum number of seats on largest aircraft handled at the airport T = Time clearance to process the largest aircraft handled at airport $N = z * t5 / T$</p> <p>PASSPORT CONTROL — ARRIVAL</p> <p>d = peak hour number of TERMINATING passengers b = number of TRANSFER passengers NOT processed airside t6 = average processing time per passenger (minutes) $N = ((d + b) * t6) / 60$</p> <p>QUEUEING AREA — PASSPORT CONTROL — ARRIVAL</p> <p>d = peak hour number of TERMINATING passengers b = number of TRANSFER passengers NOT processed airside s = space required per passenger (square metres) $A = s * 15/60 * ((d * t6) / 2 - (d + b))$</p> <p>50 % of peak hour number of passengers arrive within the first 10 minutes $A = s * 10/60 * ((d * t6) / 2 - (d + b))$</p>	<p>1,000 1,000 400,000 2,000 0,005</p> <p>nombre de contrôle</p> <p>1,000 400,000 2,000 50,000 5,000 0,007</p> <p>positions</p> <p>420,000 2,000 840,000</p> <p>mètres carrés</p> <p>10,000 0,170</p> <p>30,000 3,060</p> <p>1,000 - 0,500 0,008</p> <p>positions</p> <p>1,000 1,000 0,250</p> <p>Mètres carrés</p> <p>0,333</p> <p>Mètres carrés</p>
---	---



50 % of peak hour number of passengers arrive within the first 20 minutes $A = s * 20/60 * ((4 * (d + b)) / 2 - (d + b))$	0,167 Mètres carrés	45,000 20,000 320,000 100,000 0,0005 devices 0,003 devices
BAGGAGE CLAIM AREA (excluding claim devices) c = peak hour number of TERMINATING passengers, including INTERNATIONAL/DOMESTIC TRANSFER passengers, where applicable t7 = average occupancy time per passenger (minutes) s = space required per passenger (square metres) $A = e * t7 * s / 60$	1,000 30,000 1,800 0,900 Mètres carrés	t9 = average claim device occupation time per wide-body aircraft (minutes) t10 = average claim device occupation time per narrow-body aircraft (minutes) Nwb = number of passengers per wide-body aircraft at 80 % load factor Nnb = number of passengers per narrow-body aircraft at 80 % load factor Wide-body aircraft: $N = (e * q * t9) / (60 * Nwb)$ Required claim length: 50 – 65 ml Narrow-body aircraft: $N = (e * r * t10) / (60 * Nnb)$ Required claim length: 30 – 40 ml
ARRIVAL CUSTOMS c = peak hour number of TERMINATING passengers, including INTERNATIONAL/DOMESTIC TRANSFER passengers, where applicable f = proportion of passengers to be customs checked t8 = average processing time per passenger (minutes) $N = e * t * t8 / 60$	1,000 0,250 1,500 0,006 positions	ARRIVALS CONCOURSE WAITING AREA (excluding concessions) d = peak hour number of TERMINATING passengers b = number of TRANSFER passengers NOT processed airside t11 = average occupancy time per passenger (minutes) t12 = average occupancy time per visitor (minutes) S = space required per person (square metres) o = Number of visitors per passenger $A = s * ((t11 * (d + b) / 60) + (t12 * d * o) / 60)$
QUEUEING AREA — ARRIVALS CUSTOMS c = peak hour number of TERMINATING passengers, including INTERNATIONAL/DOMESTIC TRANSFER passengers, where applicable f = proportion of passengers to be customs checked s = space required per passenger (square metres) 50 % of peak hour number of passengers arrive within the first 10 minutes $A = f * s * 10 / 60 * (3 * e / 2 - e) = f * s * e / 12$	1,000 0,250 1,500 0,031 Mètres carrés	ARRIVALS KERB d = peak hour number of TERMINATING passengers p = proportion of passengers using car/taxi n = average number of passengers per car/taxi l = average kerb length required per car/taxi (metres) t13 = average arrival kerb occupancy time per car/taxi (minutes) $L = (d * p * l * t13) / (60 * n)$
50 % of peak hour number of passengers arrive within the first 15 minutes $A = f * s * 15 / 60 * (3 * e / 2 - e) = f * s * e / 8$ 50 % of peak hour number of passengers arrive within the first 20 minutes $A = f * s * 20 / 60 * (3 * e / 2 - e) = f * s * e / 6$	0,047 0,063 Mètres carrés	
NUMBER OF BAGGAGE CLAIM DEVICES e = peak hour number of TERMINATING passengers, including INTERNATIONAL/DOMESTIC TRANSFER passengers, where applicable q = proportion of passengers arriving by wide-body aircraft r = proportion of passengers arriving by narrow-body aircraft	1,000 0,200 0,800 Mètres carrés	

Annexe 8

symbole	Description des variables
a	Nombre de passagers LOCAUX AU DÉPART en heure de pointe
b	Nombre de passagers EN CORRESPONDANCE non enregistrés en heure de pointe
c	Nombre de passagers AU DÉPART (LOCAUX + CORRESPONDANCE) en heure de pointe
d	Nombre de passagers LOCAUX À L'ARRIVÉE en heure de pointe
e	Nombre de passagers LOCAUX À L'ARRIVÉE et en CORRESPONDANCE INTERNATIONAL/DOMESTIQUE en heure de pointe
f	Proportion de passagers devant subir un contrôle douanier
g	Temps entre l'arrivée du premier passager et la clôture de l'embarquement
h	Temps entre l'arrivée du dernier passager et la clôture de l'embarquement
i	Proportion de passagers long-courrier pendant l'heure de pointe AU DÉPART (LOCAUX + CORRESPONDANCE)
k	Proportion de passagers court-courrier pendant l'heure de pointe AU DÉPART (LOCAUX + CORRESPONDANCE)
l	Longueur moyenne de parvis nécessaire, par véhicule particulier ou taxi, en mètres linéaires
m	Nombre maximal de sièges du plus gros avion que l'on puisse traiter à la porte considérée
n	Nombre moyen de passagers par vp. ou taxi
o	Nombre d'accompagnant:
	a) passager LOCAL AU DÉPART
	b) passager LOCAL À L'ARRIVÉE
	Proportion de passagers utilisant vp./taxi:
	a) au départ
	b) à l'arrivée
p	Proportion de passagers À L'ARRIVÉE débarquant d'un gros-porteur pendant l'heure de pointe
q	Proportion de passagers À L'ARRIVÉE débarquant d'un petit/moyen porteur pendant l'heure de pointe
r	Espace requis par personne (passager ou accompagnant) (en mètres carrés)
s	Temps nécessaire pour traiter le plus gros avion fréquentant l'aéroport (minutes)
T	Durées moyennes de traitement ou d'occupation/minutes
t1	Durée moyenne d'occupation du parvis départ par vp./taxi
t2	Durée moyenne d'occupation par passager/accompagnant
t3	Durée moyenne d'enregistrement au départ
t4	Durée moyenne de contrôle de passeport au départ
t5	Durée moyenne du contrôle de santé à l'arrivée
t6	Durée moyenne de contrôle de passeport à l'arrivée
t7	Durée moyenne d'occupation de la zone livraison-bagages
t8	Durée moyenne de contrôle de passeport à l'arrivée
t9	Durée moyenne d'occupation de tapis bagage (gros porteur)
t10	Durée moyenne d'occupation de tapis bagage (moyen porteur)
t11	Durée moyenne d'occupation du hall arrivée par passager
t12	Durée moyenne d'occupation du hall arrivée par accompagnant
t13	Durée moyenne d'occupation du parvis arrivée par vp./taxi
	Durée moyenne d'occupation de la salle d'embarquement par:
u	a) passager long-courrier
v	b) passager court-courrier
w	Nombre de bagages à main par passager
x	Capacité d'une unité de rayons X pour bagages à main (en bagages par heure)
z	Nombre maximal de sièges du plus gros avion que l'on puisse traiter sur cet aéroport

Bibliographie

- Airport capacity benchmark report 2001, rapport, FAA and MITRE/CAASD, avril 2001,
 Airside capacity enhancement implementation manual, Eurocontrol, édition 1, octobre 2003,
 Airport operations glossary of commonly used terminology, information paper, Eurocontrol,
 Airport system capacity - strategic choices, TRB, special report 226, 1990.
 Choix des simulateurs de trafic pour réaliser une étude de circulation aérienne, mémoire de fin d'étude,
 ENAC, Laurent Langier, juillet 2001,
 ECAC APATSI manual on mature air traffic control procedures, ECAC, février 1997,
 Enhancing airside capacity - The complete guide, Eurocontrol, édition 2, septembre 2003,
 Etudes sur les contraintes à la croissance, CEAC et Eurocontrol, mars 2001,
 Eurocontrol manual for airspace planning, Eurocontrol, édition 3, octobre 2003,
 European database of major airports in the ECAC states, rapport, Eurocontrol, édition 1998, décembre 1999,
 Guidelines on runway capacity enhancement, G De Clercq, Eurocontrol, novembre 2001,
 Heures de pointe, STBA, février 1981,
 La capacité aéroportuaire, STBA, octobre 1986,
 La capacité aéroportuaire - les défis pour l'avenir, CEAC, avril 1999,
 Maximising runway capacity, Airports International, avril 2003,
 Méthode d'évaluation des besoins en poste de stationnement - application à Toulouse-Blagnac, mémoire de
 fin d'études, ENAC, Jérôme Petitjean, septembre 1998,
 OPAL: optimisation platform for airports, including landside, article, MJA van Eenige, International airport
 review, volume 6 issue 3, 2002,
 OPS 1, arrêté du 12 mai 1997 relatif aux conditions techniques d'exploitation d'avions par une entreprise de
 transport aérien public, SIA, 2^e édition, septembre 1998,
 OFTAS B - rapport final, Red Scientific-Airsys ATM-Flughafen Frankfurt-Main, CEAC, mai 2000,
 Planning and design of airports, R Horonjeff, McGraw-Hill, 2^e édition, 1975,
 Réglementation de la Circulation Aérienne - Procédures aux organismes rendant les services de la circulation
 aérienne aux aéronefs de la circulation aérienne générale (RCAS), DGAC, mai 1997,
 WPR1.2 Global MSR (Model and Simulation Representation) studies - Part 2: review of available tech-
 niques/facilities - MUFTIS, rapport, CEAC, JM Gouweleuw, AJ Hughes, JL Mann, AR Odoni, K Zografos,
 mars 1996.



direction générale
de l'Aviation civile
service technique
de l'Aviation civile

31, avenue du Maréchal Leclerc
93381 Bonneuil-sur-Marne cedex
téléphone : 01 49 56 80 00
télécopie : 01 49 56 82 19
www.stac.aviation-civile.gouv.fr

ISBN 2-11-094201-6

Conception : STAC/SINA groupe Documentation et diffusion des connaissances

Photos de couverture : Aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle

Photographie Couvrix Images/V. PAUL

Impression : atelier de reprographie du STAC

Prix de vente : 43 €

Novembre 2005



Analyse des capacités des infrastructures aéroportuaires
de Genève Aéroport

Analyse de l'intégration du projet aile_EST



Genève
Lausanne
Strasbourg

RR&A - ROLAND RIBI & ASSOCIÉS SA
Ingénieurs-conseils - Mobilité et urbanisme
Rue de l'Ancien-Port 14, CP 34, 1211 Genève 21
Téléphone: 022 906 40 80 Téléfax: 022 906 40 81
E-mail: rra@rra.ch Internet: www.rra.ch

Avenue de Sévelin 32B, 1004 Lausanne
15, avenue de la Paix, 67000 Strasbourg

26 février 2014

B·M·G AVOCATS
PIECE N° 5

Sommaire

Objectifs et méthodologie

Objectif de l'analyse

Installations concernées par le projet aile_EST

Définition de la "capacité" et de la "saturation"

Impact "quantitatif" et impact "qualitatif"

Situation de référence

Influence des facteurs exogènes

2

3

4

5

6

7

8

Analyse

Situations analysées

Unités et indices de référence

9

10

11

Enseignements

Bilan des installations côté piste

Bilan des installations côté aérogare

En résumé

12

13

14

16

Annexes

Tableaux d'analyse détaillés

Note "Analyse des temps d'escale"

Objectifs et méthodologie

Objectifs et méthodologie

Analyses

Enseignements

Objectif de l'analyse

L'objectif de la présente analyse est de préciser dans quelle mesure le projet aile_EST, destiné à l'accueil des gros porteurs, influence la capacité globale de l'Aéroport.

Trois situations sont comparées ici :

- > **état actuel (2012)** :
 - trafic actuel ;
 - capacité actuelle des infrastructures existantes ;
 - accueil des gros porteurs (GP) sur les positions existantes (bus et contact).
- > **état futur (2020) sans projet aile_EST** :
 - trafic attendu à l'horizon 2020 ;
 - capacité actuelle des infrastructures existantes ;
 - accueil des gros porteurs sur les positions existantes (bus et contact).
- > **état futur (2020) avec projet aile_EST** :
 - trafic attendu à l'horizon 2020 ;
 - capacité prévisionnelle des infrastructures, en tenant compte du projet aile_EST ;
 - accueil des gros porteurs sur les positions nouvelles (toutes en contact).

Objectifs et méthodologie

Analyses

Enseignements

Installations concernées par le projet aile_EST

Installations concernées par le projet aile_EST :

- > **positions** : la capacité avions reste inchangée, avec 6 positions ; toutefois au lieu de 3 positions en contact et 3 positions bus, les 6 positions sont toutes en contact. L'utilisation de ces positions correspond à l'engagement pris auprès de l'OFAC le 20.09.13. Par ailleurs, leur utilisation par des gros porteurs ou des moyens courriers ne change pas les résultats de l'analyse.
- > **gates et espace d'embarquement** : le nombre de gates augmente de 9, avec 8 gates contact supplémentaires liées aux nouvelles positions contact, et 1 gate bus supplémentaire. L'espace d'embarquement sera adapté à recevoir les passagers des gros porteurs en offrant un "level of service C" (LoS C) selon les critères énoncés par l'IATA, notamment la surface disponible par pax lors d'attente dans les queuing, l'offre de places assises pour 65% des passagers si toutes les positions sont occupées simultanément, des lounges pour les pax y ayant droit. Ceci est destiné à apporter un gain de souplesse pour la gestion des vols "Schengen" (S) et "non Schengen" (NS).
- > **guérites du contrôle passeports (CGFR)** : la capacité augmente fortement, de 22 unités au départ (12 agents + 10 portiques automatiques) et de 29 unités à l'arrivée (14 agents + 15 portiques automatiques). Ceci est surtout destiné à réduire l'attente et à se mettre en conformité avec les nouvelles normes.

Installations non concernées par le projet aile_EST : Piste, Check-in, Sûreté, TriBag (tapis de collecte, casinos, carrousels de tri, bagagistes), Accès (parkings, accès voitures, transports publics).

Objectifs et méthodologie

Analyses

Enseignements

Définition de la "capacité" et de la "saturation"

La **capacité** dépend des hypothèses considérées, entre autres sur :

- > les caractéristiques de l'installation (p. ex. performance annoncée ou testée) ;
- > la période d'analyse (fonctionnement usuel en journée) ;
- > la prise en compte des interactions entre installations (p. ex. refoulement) ;
- > l'organisation (p. ex. influence du personnel, installations dédiées, privilèges) ;
- > les standards de qualité visés (p. ex. temps d'attente, confort) ; Genève Aéroport vise un LoS C, qui correspond à l'objectif optimal de programmation selon les standards IATA ;
- > les réglementations et procédures applicables (p. ex. sûreté, contrôles à la frontière).

De plus, l'établissement du **flux de référence** dépend entre autres :

- > de la méthode de définition du flux dimensionnant ("pointe usuelle") ;
- > de l'horizon temporel (et donc du lissage) considéré ("pointe horaire") ;
- > de données exogènes (p. ex. modes d'enregistrement, origine des voyageurs).

Le calcul du **degré de saturation** d'après ces deux valeurs reste donc très relatif. De plus, l'analyse est établie sur la base de valeurs **horaires statiques** (avions/h, voyageurs/h, bagages/h) pour une **situation de référence**. Elle ne tient donc pas compte des réserves de capacité disponibles en dehors de cette situation de référence.

Objectifs et méthodologie

Analyses

Enseignements

Impact "quantitatif" et impact "qualitatif"

L'analyse de capacité est établie selon trois unités, en fonction du type d'installations :

- > en **avions/heure** pour toutes les installations situées côté piste, soit : la piste, les positions avions, et les gates (du point de vue de leur interaction avec les positions) ;
- > en **voyageurs/heure** pour toutes les installations situées côté aérogare à l'exception du tri bagages, soit : les accès, le check-in, la sûreté, le contrôle passeports (CGFR), les installations d'embarquement ;
- > en **bagages/heure** pour les installations de tri des bagages (TriBag).

Les installations liées aux avions sont celles qui conditionnent véritablement la capacité de l'aéroport. En effet, les possibilités d'accueil (piste) et de gestion (tarmac) des appareils ont un impact direct sur la **quantité** de voyageurs utilisant l'aéroport.

Les autres installations ont un impact avant tout sur la **qualité** de l'accueil des voyageurs. Un sous-dimensionnement de ces installations conduit en effet plutôt à une augmentation des délais de traitement des voyageurs (attente à l'enregistrement, au passage des contrôles de sûreté et des passeports, à l'embarquement, aux carrousels des bagages, sur la route, etc.). C'est donc surtout le confort qui est impacté.

Objectifs et méthodologie

Analyses

Enseignements

Situation de référence

Pour les installations situées côté piste, la capacité (en avions/heure) est analysée pour un **fonctionnement de la piste en périodes de pointe**, qui déjà aujourd'hui correspond à une sollicitation de la piste pouvant aller jusqu'à saturation. Pour les vols commerciaux, la notion de saturation correspond aux maximums suivants :

- > 36 mouvements totaux (décollages et atterrissages) par heure,
- > ou 22 atterrissages par heure.

Pour les installations situées côté aérogare, la capacité (en voyageurs/heure ou bagages/heure) est analysée pour une **affluence voyageurs correspondant à 80% du pic absolu**. Les affluences supérieures à cette situation de référence se sont produites durant moins de 20 à 30 heures au cours de l'année 2012.

Objectifs et méthodologie

Analyses

Enseignements

Influence des facteurs exogènes

L'étude globale de la capacité des infrastructures aéroportuaires relève l'influence de facteurs exogènes sur la capacité et la saturation des installations.

Pour mémoire, les principaux facteurs exogènes intervenant pour les installations concernées par le projet aile_EST, sont les suivants :

- > **positions + gates** : besoins et demandes des compagnies, caractéristiques des vols et des appareils, plans de rotation des appareils, besoins d'assistance au sol ;
- > **embarquement** : besoins et demandes des compagnies, caractéristiques des vols et des appareils ;
- > **contrôles passeport** : origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel (indépendant de Genève Aéroport).



Analyse des capacités des infrastructures aéroportuaires de Genève Aéroport

Analyses



Situations analysées

Objectifs et
méthodologie

Analyses

Enseignements

Le tableau ci-dessous résume les valeurs amenées à varier entre la situation actuelle (2012) et la situation à l'horizon 2020, sans ou avec aile_EST.

(en gras : évolutions liées au projet aile_EST ; en non gras : autres évolutions à l'horizon 2020)

	2012	2020 sans aile_EST	2020 avec aile_EST
Positions contact	20	20	24
Positions bus + à pied	25 + 5	25 + 5	22 + 5
Gates contact NS (maximum)	11	11	15
Gates bus NS (maximum)	10	10	9
Passeports GP départ	6	6	28 (dont 10 automatés)
Passeports GP arrivée	8	8	37 (dont 15 automatés)
Nb voyageurs max départ/arrivée (S+NS)	2'800/2'900	3'500/3'600	3'500/3'600
Nb voyageurs max cumulé (S+NS)	4'900	6'100	6'100
Nb voyageurs max en transfert (S+NS)	100	150	150
Nb voyageurs max NS départ/arrivée	2'100/2'200	2'700/3'000	2'700/3'000
Part voyageurs en check-in classique	30%	20%	20%
Part voyageurs en self check-in (+ drop off)	30%	20%	20%
Part voyageurs en web check-in (+ drop off)	40%	40%	60%
Machines contrôle sûreté (sans F/transfert)	14	14	16

Objectifs et
méthodologie

Analyses

Enseignements

Unités et indices de référence

Les tableaux et graphes ci-après effectuent une comparaison de la capacité statique de l'ensemble des installations investiguées, exprimée soit en **avions/heure** (piste et tarmac) soit en **voyageurs/heure** (autres installations).

Pour les installations de tri des **bagages**, (analyses de capacité en bagages/heure), un ratio (identique aux deux horizons) est appliqué pour la conversion en voyageurs/heure.

A noter que la capacité des installations liées aux avions (piste, tarmac) n'évolue pas de la même manière que celles liées aux voyageurs. Le nombre d'appareils utilisant la piste restera inchangé aux deux horizons (la piste fonctionne déjà à saturation en périodes de pointe), tandis que le nombre maximal de voyageurs à l'horizon 2020 est appelé à légèrement augmenter. Ceci est essentiellement lié à la tendance à une amélioration des taux de remplissage et à une augmentation de la capacité moyenne des appareils.

Les graphes comparent les 3 situations deux par deux. L'**indice de référence** (indice 1) correspond au flux de voyageurs actuel (2012) lorsque la comparaison s'effectue par rapport à la situation actuelle, et au flux de voyageurs 2020 lorsque la comparaison s'effectue entre deux situations à l'horizon 2020.

Les tableaux d'analyse détaillés des installations sont joints en annexe.

VUE D'ENSEMBLE DES INSTALLATIONS - Etat 2012

Flux de voyageurs déterminants	4'800	[voyageurs/h]	donnée G&Aep 02.2014
Nombre max cumulé de voyageurs (départ+arrivée, sans transfert)	2'800	[voyageurs/h]	donnée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs au départ	2'100	[voyageurs/h]	donnée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs à l'arrivée	2'900	[voyageurs/h]	donnée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs à l'arrivée NS	2'200	[voyageurs/h]	donnée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs en transfert	100	[voyageurs/h]	donnée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs secteur France (départ ou arrivée)	500	[voyageurs/h]	capacité déclarée
Nombre max de voyageurs terminal T1+ (départ)	500	[voyageurs/h]	capacité déclarée

Conversion en voyageurs/h (par sens)

1 bagage/h =	1.2	[voyageurs/h]	selon flux annuels de bagages et de voyageurs
--------------	-----	---------------	---

Bilan de la capacité des installations

Installation nettement sous-utilisée (réserve > 75%)	
Installation fonctionnant à la limite (réserve < 25%)	
Installation sous-dimensionnée	

en avions/heure	Paramètre déterminant	Sens	Schengen	Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature seuil de capacité	Maîtrise paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
				valeur basse	valeur haute				
Piste - total	temps occupation	cumul	mixte	36	36	100%	sécurité	non	politique d'accueil avions, disponibilité et efficacité du personnel, régulation d'approche
Piste - arrivée	régulation d'approche	arrivée	mixte	22	22	100%	sécurité	non	politique d'accueil, disponibilité et efficacité du personnel
Positions	durée d'escale	mixte	mixte	22	42	52%	qualité	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - S	durée d'escale	mixte	S	15	17	66%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - NS	durée d'escale	mixte	NS	15	18	85%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
en voyageurs/heure									
Embarquement	durée d'escale	départ	mixte	2'800	3'914	72%	qualité	non	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Passport - départ	procédure	départ	NS	2'100	960	219%	sécurité	non	origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel
Passport - arrivée	procédure	arrivée	NS	2'200	768	286%	sécurité	non	origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel
Sûreté - T1 CSC	procédure	départ	mixte	2'300	2'380	97%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SD (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - T1 France	procédure	départ	mixte	500	510	98%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SD (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - Transfert	procédure	départ	mixte	100	510	20%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SD (temps d'attente), comportement voyageurs
Check-in - Voyageurs	durée d'enregistrement	départ	mixte	3'220	6'240	52%	qualité	oui	évolution des modes d'enregistrement, part des desks fonctionnant en dédét
Check-in - Bagages - T1	durée d'enregistrement	départ	mixte	2'300	6'552	35%	qualité	oui	débit limité des tapis de collecte, fonction du T1+
Check-in - Bagages - T1+	durée d'enregistrement	départ	mixte	500	864	58%	qualité	oui	répartition et homogénéité des flux, fonction du T1+
Tapis de collecte - T1	intervalle bagages	départ	mixte	2'300	3'618	64%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, fonction du T1+
Tapis de collecte - T1+	intervalle bagages	départ	mixte	500	8'640	6%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Casino - T1	intervalle mesures	départ	mixte	2'300	4'608	50%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Casino - T1+	intervalle mesures	départ	mixte	500	2'304	22%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel de tri - T1	débit tri	départ	mixte	2'300	2'990	77%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Carrousel de tri - T1+	débit tri	départ	mixte	500	2'400	21%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel
Bagagistes - T1	espace de manœuvre	départ	mixte	2'300	3'600	64%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Bagagistes - T1+	espace de manœuvre	départ	mixte	500	2'400	21%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel d'arrivée	acheminement	arrivée	mixte	2'900	2'496	116%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Accès IP	offre IP	cumul	mixte	1'920	3'750	51%	qualité	non	autres fonctions de dossier de la ligne IP (usagers non Asp), événementiel
Accès T1M	capacité routière	cumul	mixte	2'880	4'500	64%	technique	non	trafic lié aux activités non Asp, événementiel
Parking - départ	durée moyenne	départ	mixte	480	432	111%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
Parking - arrivée	durée moyenne	arrivée	mixte	420	420	100%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
Parking - longue durée	durée moyenne	cumul	mixte	1'260	1'260	100%	qualité	oui	réglementation, politiques communales

VUE D'ENSEMBLE DES INSTALLATIONS - Etat 2020 sans aile_EST

Flux de voyageurs déterminants	5'950	3'500	2'700	3'600	3'000	150	500	500
Nombre max cumulé de voyageurs (départ+arrivée, sans transfert)	dernière 06-Sep 02.2014	dernière 06-Sep 02.2014	dernière 06-Sep 02.2014	dernière 06-Sep 02.2014	dernière 06-Sep 02.2014	dernière 06-Sep 02.2014	capacité déclarée	capacité déclarée
Nombre max de voyageurs au départ	3'500	2'700	3'600	3'000	150	500	500	
Nombre max de voyageurs au départ NS								
Nombre max de voyageurs à l'arrivée								
Nombre max de voyageurs à l'arrivée NS								
Nombre max de voyageurs en transfert								
Nombre max de voyageurs secteur France (départ ou arrivée)								
Nombre max de voyageurs terminal T1+ (départ)								

Conversion en voyageurs/h (par sens)

1 bagage/h =	1.2	[voyageurs/h]	selon flux annuels de bagages et de voyageurs
--------------	-----	---------------	---

Bilan de la capacité des installations

Installation nettement sous-utilisée (réserve >75%)	
Installation fonctionnant à la limite (réserve <25%)	
Installation sous-dimensionnée	

Installation	Paramètre déterminant	Sens	Schengen	Flux de référence	Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature seuil de capacité	Maîtrise paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
					valeur basse	valeur haute				
en avions/heure										
Piste - total	temps occupation	cumul	mixte	36	36	36	100%	sécurité	non	politique d'accueil avions, disponibilité et efficacité du personnel, régulation d'approche
Piste - arrivée	régulation d'approche	arrivée	mixte	22	22	22	100%	sécurité	non	politique d'accueil, disponibilité et efficacité du personnel
Positions	durée d'escale	mixte	mixte	22	42	42	52%	qualité	oui	caractéristiques des vols, arrêt, prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - S	durée d'escale	mixte	S	15	22	22	68%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt, prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - NS	durée d'escale	mixte	NS	15	18	18	85%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt, prolongé (rotation), gestion positions et gates
en voyageurs/heure										
Embarquement	durée d'escale	départ	mixte	3'500	3'914	3'914	89%	qualité	non	caractéristiques des vols, arrêt, prolongé (rotation), gestion positions et gates
Passeport - départ	procédure	départ	NS	2'700	960	960	281%	sécurité	non	origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel
Passeport - arrivée	procédure	arrivée	NS	3'000	768	768	391%	sécurité	non	origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel
Sûreté - T1 CSC	procédure	départ	mixte	3'000	3'200	2'720	110%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SO (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - T1 France	procédure	départ	mixte	500	600	510	98%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SO (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - transfert	procédure	départ	mixte	150	1'000	850	18%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SO (temps d'attente), comportement voyageurs
Check-in - Voyageurs	durée d'enregistrement	départ	mixte	3'850	6'240	6'240	62%	qualité	oui	évolution des modes d'enregistrement, part des desks fonctionnant en dédité
Check-in - Bagages - T1	durée d'enregistrement	départ	mixte	3'000	6'552	6'552	46%	qualité	oui	débit limité des tapis de collecte, fonction du T1+
Check-in - Bagages - T1+	durée d'enregistrement	départ	mixte	500	864	864	58%	qualité	oui	répartition et homogénéité des flux, fonction du T1+
Tapis de collecte - T1	intervalle bagages	départ	mixte	3'000	3'618	3'618	83%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, fonction du T1+
Tapis de collecte - T1+	intervalle bagages	départ	mixte	500	8'640	8'640	6%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Casino - T1	intervalle mesures	départ	mixte	3'000	4'608	4'608	65%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Casino - T1+	intervalle mesures	départ	mixte	500	2'304	2'304	22%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Carrousel de tri - T1	débit tri	départ	mixte	3'000	2'990	2'990	100%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel de tri - T1+	débit tri	départ	mixte	500	2'400	2'400	21%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Bagagistes - T1	espace de manœuvre	départ	mixte	3'000	3'600	3'600	83%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Bagagistes - T1+	espace de manœuvre	départ	mixte	500	2'400	2'400	21%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel d'arrivée	acheminement	arrivée	mixte	3'600	2'496	2'496	144%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Accès IP	offre IP	cumul	mixte	2'380	3'750	3'750	63%	qualité	non	autres fonctions de desserte de la ligne IP (usagers non-Aep), événementiel
Accès TIM	capacité routière	cumul	mixte	3'570	4'500	4'500	79%	technique	non	trafic lié aux activités non-Aep, événementiel
Parking - départ	durée moyenne	départ	mixte	480	432	432	111%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
Parking - arrivée	durée moyenne	arrivée	mixte	420	420	420	100%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
Parking - longue durée	durée moyenne	cumul	mixte	1'260	1'260	1'260	100%	qualité	oui	réglementation, politiques communales

VUE D'ENSEMBLE DES INSTALLATIONS - Etat 2020 avec aile_EST

Flux de voyageurs déterminants

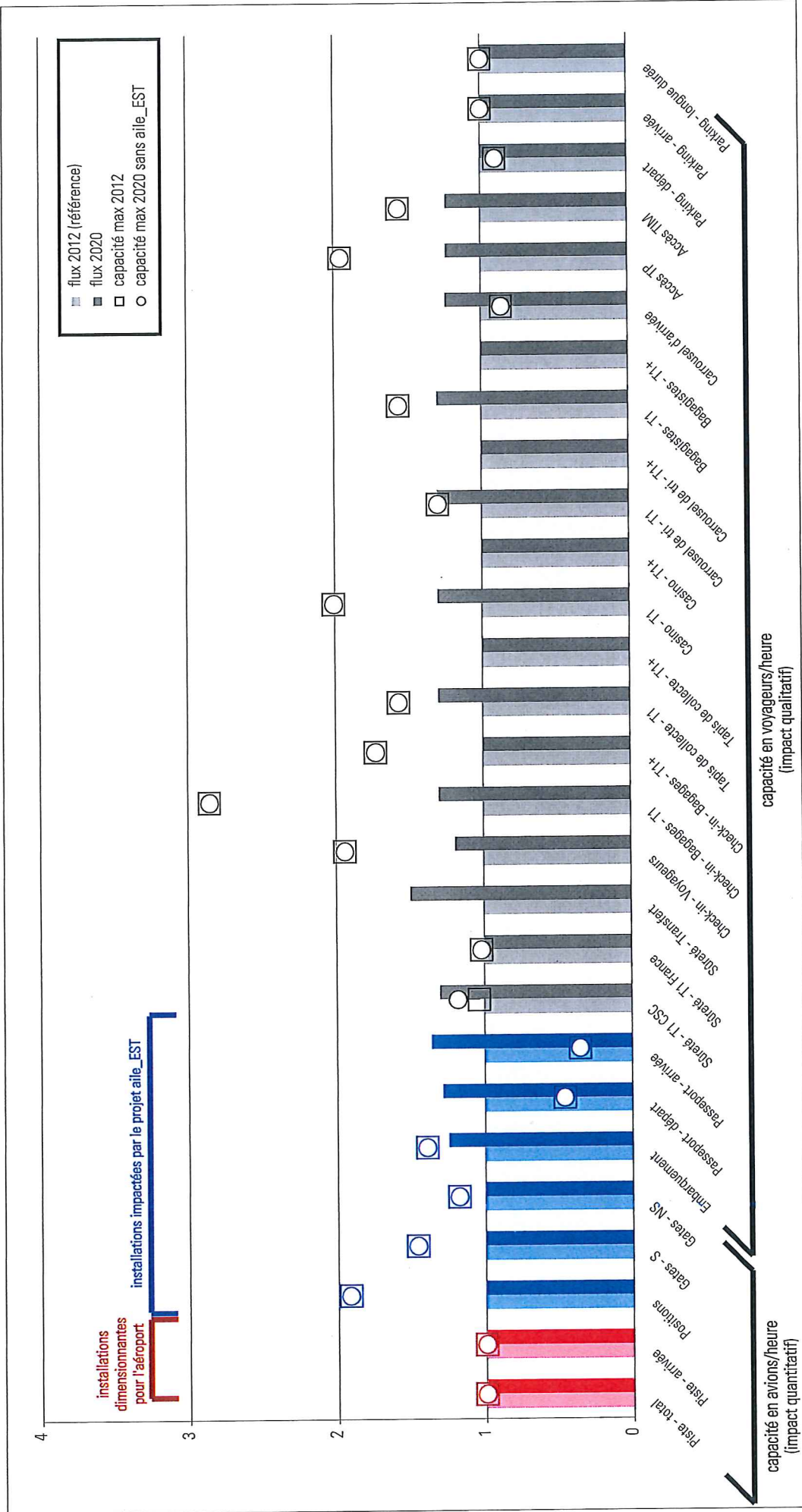
	5'950	vo voyageurs/h	dominée G&Aep 02.2014
Nombre max cumulé de voyageurs (départ+arrivée, sens transfert)	3'500	vo voyageurs/h	dominée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs au départ	2'700	vo voyageurs/h	dominée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs au départ NS	3'600	vo voyageurs/h	dominée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs à l'arrivée	3'000	vo voyageurs/h	dominée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs à l'arrivée NS	150	vo voyageurs/h	dominée G&Aep 02.2014
Nombre max de voyageurs en transfert	500	vo voyageurs/h	capacité dédiées
Nombre max de voyageurs secteur France (départ ou arrivée)	500	vo voyageurs/h	capacité dédiées
Nombre max de voyageurs terminal T1+ (départ)	500	vo voyageurs/h	capacité dédiées

Capacité des installations

Installation	Paramètre déterminant	Sens	Schengen	Flux de référence		Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature seuil de capacité	Maitrise paramètre	Facteurs pouvant influencer la capacité déterminant
				référence	vo voyageurs/h	vo voyageurs/h	vo voyageurs/h				
en avions/heure											
Piste - total	temps occupation	cumul	mixte	36	36	36	100%	100%	sécurité	non	politique d'accueil avions, disponibilité et efficacité du personnel, régulation d'approche
Piste - arrivée	régulation d'approche	arrivée	mixte	22	22	22	100%	100%	sécurité	non	politique d'accueil, disponibilité et efficacité du personnel
Positions	durée d'escale	mixte	mixte	22	42	42	52%	52%	qualité	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - S	durée d'escale	mixte	S	15	27	27	56%	56%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - NS	durée d'escale	mixte	NS	15	20	20	75%	75%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
en voyageurs/heure											
Embarquement	durée d'escale	départ	mixte	3'500	4'391	4'391	80%	80%	qualité	non	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Passport - départ	procédure	départ	NS	2'700	2'280	2'280	118%	118%	sécurité	non	origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel
Passport - arrivée	procédure	arrivée	NS	3'000	2'160	2'160	139%	139%	sécurité	non	origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel
Sûreté - T1 CSC	procédure	départ	mixte	3'000	2'720	2'720	110%	110%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SD (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - T1 France	procédure	départ	mixte	500	510	510	98%	98%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SD (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - transfert	procédure	départ	mixte	150	850	850	18%	18%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SD (temps d'attente), comportement voyageurs
Check-in - Voyageurs	durée d'enregistrement	départ	mixte	3'850	6'240	6'240	62%	62%	qualité	oui	évolution des modes d'enregistrement, part des sacs forcement en défilé
Check-in - Bagages - T1	durée d'enregistrement	départ	mixte	3'000	6'552	6'552	46%	46%	qualité	oui	débit limite des sacs de collecte, fonction du T1+
Check-in - Bagages - T1+	durée d'enregistrement	départ	mixte	500	864	864	58%	58%	qualité	oui	répartition et homogénéité des flux, fonction du T1+
Tapis de collecte - T1	intervalle bagages	départ	mixte	3'000	3'618	3'618	83%	83%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, fonction du T1+
Tapis de collecte - T1+	intervalle bagages	départ	mixte	500	8'640	8'640	6%	6%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Casino - T1	intervalle mesures	départ	mixte	3'000	4'608	4'608	65%	65%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Casino - T1+	intervalle mesures	départ	mixte	500	2'304	2'304	22%	22%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel de tri - T1	débit tri	départ	mixte	3'000	2'990	2'990	100%	100%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Carrousel de tri - T1+	débit tri	départ	mixte	500	2'400	2'400	21%	21%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel
Bagagistes - T1	espace de manoeuvre	départ	mixte	3'000	3'600	3'600	83%	83%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Bagagistes - T1+	espace de manoeuvre	départ	mixte	500	2'400	2'400	21%	21%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel d'arrivée	acheminement	arrivée	mixte	3'600	2'496	2'496	144%	144%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Accès TP	offre TP	cumul	mixte	2'380	3'750	3'750	63%	63%	qualité	non	autres fonctions de desserte de la ligne TP (usages non Asp), événementiel
Accès TIM	capacité routière	cumul	mixte	3'570	4'500	4'500	79%	79%	technique	non	trafic lié aux activités non Asp, événementiel
Parking - départ	durée moyenne	départ	mixte	480	432	432	111%	111%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
Parking - arrivée	durée moyenne	arrivée	mixte	420	420	420	100%	100%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
Parking - longue durée	durée moyenne	cumul	mixte	1'260	1'260	1'260	100%	100%	qualité	oui	réglementation, politiques communales

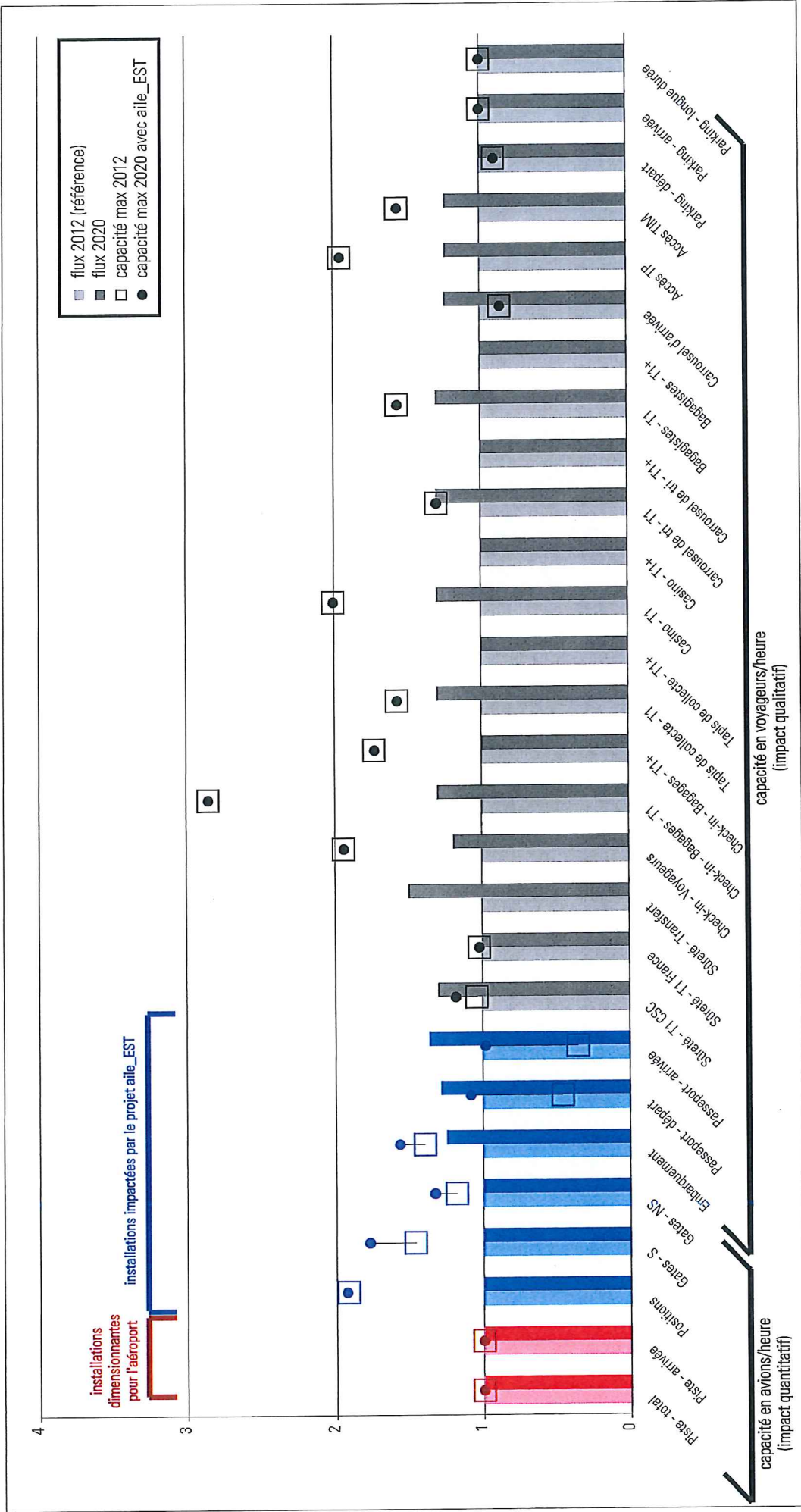
CAPACITE COMPAREE DES INSTALLATIONS - Etat 2012 et évolution 2020 sans aile_EST

Flux de référence 2012 = indice 1



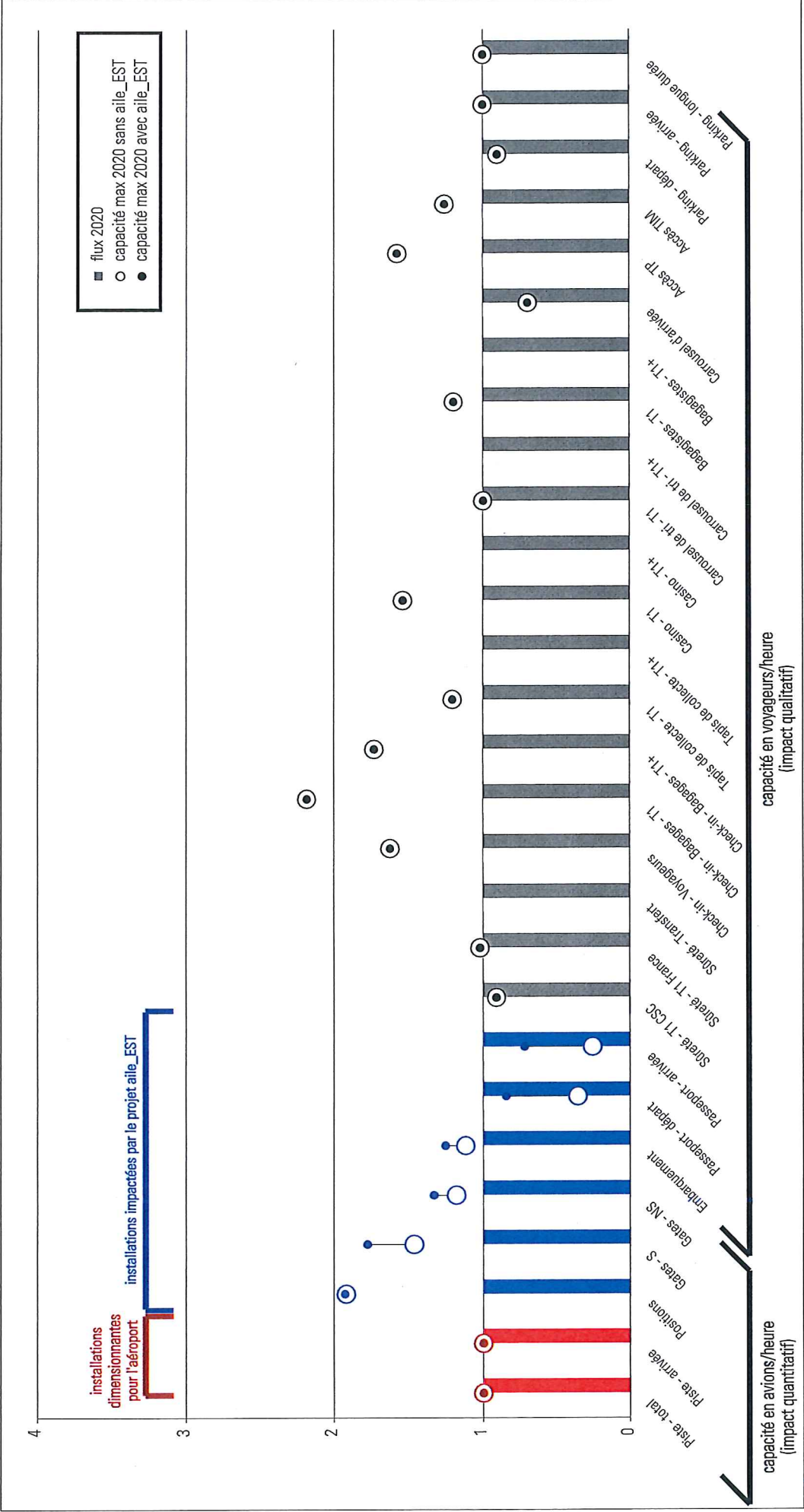
CAPACITE COMPAREE DES INSTALLATIONS - Etat 2012 et évolution 2020 avec aile_EST

Flux de référence 2012 = indice 1



CAPACITE COMPAREE DES INSTALLATIONS - Etat 2020 sans et avec aile_EST

Flux 2020 = indice 1





Enseignements



Objectifs et
méthodologie

Analyses

Enseignements

Bilan des installations côté piste

En termes de capacité horaire, la **piste** est actuellement l'installation déterminante pour la capacité globale de l'aéroport. Le nombre maximum d'appareils pouvant utiliser la piste est en effet aujourd'hui régulièrement atteint.

Les **positions** avions en revanche, ne sont actuellement pas contraignantes. Le tarmac offre une marge de manœuvre confortable pour gérer la rotation et le stationnement des appareils. On précisera que cette marge est susceptible de varier en fonction de la politique adoptée par Genève Aéroport vis à vis des compagnies (affectations préférentielles sur les positions, durées stationnement admises, ...), et de la stratégie des compagnies (tendance à une réduction du temps d'immobilisation au sol).

On peut également préciser que le remplacement des positions "bus" (acheminement des voyageurs par bus) par des positions "contact" (accès aux avions par passerelles) ne permet pas de gain sur la rotation des appareils (temps de manœuvre plutôt plus longs, accès plus contraint des intervenants au pied des appareils). Cf. note "Analyse des temps d'escale" en annexe.

Les **gates** offrent une réserve globalement confortable au niveau de la gestion des appareils. La stratégie adoptée par Genève Aéroport pour la gestion des gates (attributions aux compagnies, répartition des vols Schengen et non Schengen, mixité d'usage de certaines gates) a ici aussi une forte influence sur la capacité globale de cette catégorie d'installations. Pour la présente analyse, il a été considéré que la flexibilité d'attribution actuelle ne change pas à l'horizon 2020.

Objectifs et
méthodologie

Analyses

Enseignements

Bilan des installations côté aérogare

Les installations d'embarquement disposent également d'une certaine réserve pour la gestion des passagers. La capacité globale dépend bien sûr de la politique de gestion adoptée par Genève Aéroport (la flexibilité d'attribution est supposée inchangée aux deux horizons), mais aussi par les compagnies dont dépend directement la gestion des passagers en salles d'embarquement. A ce sujet, les améliorations apportées au niveau du confort (surfaces et équipements mis à disposition des compagnies, passerelles en contact) n'influencent pas significativement les temps de chargement/déchargement des passagers, dictés avant tout par les avions eux-mêmes (nombre de portes utilisées, temps de placement des passagers dans l'appareil).

Actuellement, les **contrôles passeport** apparaissent comme la principale installation sous-dimensionnée. L'augmentation du nombre d'agents et l'introduction de portiques automatiques dans le cadre du projet aile_EST permettront d'atténuer la situation. Bien évidemment, on ne peut pas considérer que la capacité d'un aéroport est déterminée par ce type d'installation. L'amélioration attendue dans le cadre du projet apportera avant tout un gain de confort et une meilleure adéquation des installations d'accueil des voyageurs avec le standard de qualité visé par Genève Aéroport.



Objectifs et
méthodologie

Analyses

Enseignements

Comme relevé précédemment, les autres installations ne sont pas concernées par le projet aile_EST. Les installations de sûreté verront leur capacité légèrement augmenter pour suivre l'augmentation attendue du débit horaire maximal de voyageurs. Pour les autres installations, cette augmentation du débit horaire se traduira par une augmentation du taux de saturation. Certaines arriveront ainsi à leur limite de capacité (carrousels de tri et d'arrivée en particulier).

A noter également que l'emprise des futures installations aile_EST se traduira par une diminution sensible des surfaces allouées au stockage des bagages, ce qui nécessitera une adaptation des procédures organisationnelles du TriBag.

Objectifs et
méthodologie

Analyses

Enseignements

En résumé

La capacité horaire maximale de l'aéroport de Genève est aujourd'hui dictée par la capacité de la piste, qui fonctionne déjà régulièrement à saturation. Le projet aile_EST n'aura donc pas d'influence significative sur la capacité horaire maximale de l'aéroport.

Les gains de confort au niveau du tarmac (positions et gates en contact) n'auront pas non plus d'influence déterminante sur la vitesse de traitement des vols et la rotation des appareils.

Pour ces motifs, on peut conclure que même lorsque la piste n'est pas à saturation, le projet aile_EST n'aura pas non plus d'influence significative sur la capacité.

Les nouvelles installations projetées permettront donc essentiellement un gain de confort, une mise en adéquation avec les normes constructives les plus récentes, et le respect du standard IATA ("level of service C", qui correspond à l'objectif optimal pour la programmation).

Annexe

Tableaux d'analyses détaillés



PISTE - Etat 2012

Flux déterminant		Mouvements d'avions max	
Catégorie de mouvements			
Nombre max de mouvements en exploitation déclarée		40 [avions/h]	maximum géré par Skyguide (sous avions confondus)
Quota réservé à l'aviation générale		4 [avions/h]	
Nombre max d'arrivées déclarées		25 [avions/h]	maximum géré par Skyguide (sous avions confondus)
Quota arrivée réservé à l'aviation générale		3 [avions/h]	décret Gd-Exp 02.2014
Nombre max de départs S		15 [avions/h]	sabot PD Gd-Exp 2016 (vols de ligne/charter uniquement)
Nombre max de départs NS		15 [avions/h]	sabot PD Gd-Exp 2016 (vols de ligne/charter uniquement)

Capacité des installations		Flux de référence		Capacité unitaire			
Installation	Paramètre déterminant	Type	Sens	Flux considéré	unité	valeur basse	valeur haute
Piste - total	temps occupation	[avions/h]	cumul	mixte	[avions/h/piste]	36	36
							maximum de 40 vols (soit 36 vols privés) régulièrement atteint
Piste - arrivée	régulation d'approche	[avions/h]	arrivée	mixte	[avions/h/piste]	22	22
							maximum de 25 vols arrivés régulièrement atteint

Quantité		Capacité de l'installation		Degré de saturation		Nature du seuil de capacité		Maîtrise du paramètre déterminant		Facteurs pouvant influencer la capacité	
		valeur basse	valeur haute	valeur basse	valeur retenue						
1			36		36	100%	sécurité	non			politique d'accueil avions, disponibilité et efficacité du personnel,
											régulation d'approche
1			22		22	100%	sécurité	non			politique d'accueil, disponibilité et efficacité du personnel

TARMAC - Etat 2012

Flux déterminant		Flux déterminant	
Catégorie de mouvements	Mouvements d'avions max	Mode d'accès voyageurs	Nombre d'unités
Nombre max d'arrivées	22 [avions/h]	Positions avec contact	20 [positions]
Nombre max de départs S	15 [avions/h]	Positions avec accès à pied	5 [positions]
Nombre max de départs NS	15 [avions/h]	Positions avec accès bus	25 [positions]

dernière GAeApr 02.2014

Gates	Nombre d'unités (min/max S)	Durée d'escale	Part S/NS du trafic (min/max S)	Part contact/bus du trafic
Schengen contact gates	14	80 [minutes/vol]	35%	60%
Schengen bus gates	6	60 [minutes/vol]	35%	40%
Non-Schengen contact gates	10	80 [minutes/vol]	65%	70%
Non-Schengen bus gates	5	60 [minutes/vol]	65%	30%
Durée moyenne d'escale		71 [minutes/vol]		

selon PD GAeApr 2016

dernière GAeApr 02.2014

selon PD GAeApr 2016

Capacité des installations	Paramètre déterminant	Flux considéré		Flux de référence	Capacité unitaire		Quantité		Capacité de l'installation	Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
		Type	Sens		Schengen	unité	valeur basse	valeur haute					
Positions	durée d'escale	[avions/h]	mixte	mixte	22 [avions/(h/position)]	0.84	50	42.2	42.2	52%	qualité	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - S	durée d'escale	[avions/h]	mixte	S	15.0	16.9	1	22.0	22.0	68%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - NS	durée d'escale	[avions/h]	mixte	NS	15.0	12.7	1	17.7	17.7	85%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - S contact	durée d'escale	[avions/h]	mixte	S	9.0	10.5	1	11.3	11.3	80%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - S bus	durée d'escale	[avions/h]	mixte	S	6.0	6.0	1	11.0	11.0	55%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - NS contact	durée d'escale	[avions/h]	mixte	NS	10.5	7.5	1	8.3	8.3	127%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Gates - NS bus	durée d'escale	[avions/h]	mixte	NS	4.5	5.0	1	10.0	10.0	45%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates

TERMINAL - Etat 2012

Type de flux	Flux de voyageurs max
Nombre max de voyageurs au départ (S+NS)	2'800 [voyageurs/h]
Nombre max de voyageurs NS au départ	2'100 [voyageurs/h]
Nombre max de voyageurs à l'arrivée (S+NS)	2'900 [voyageurs/h]
Nombre max de voyageurs NS à l'arrivée	2'200 [voyageurs/h]

donnée G&Aep 02.2014

Check-in	Mode d'enregistrement	Nombre d'unités	Durée d'enregistrement	Part du trafic voyageurs
Check-in (avec/sans bagages)	120 [secondes/voyageur]	108 [desks]	30%	
Self check-in (sans bagages)	90 [secondes/voyageur]	33 [bornes]	15%	
Self check-in + drop off	165 [secondes/voyageur]	33 / 35 [bmi / desk]	15%	
Web check-in (sans bagages)	0 [secondes/voyageur]	0		
Web check-in + drop off	75 [secondes/voyageur]	35 [desks]	40%	

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

selon PD G&Aep 2016

selon PD G&Aep 2016

selon PD G&Aep 2016 (normales normes UE)

selon PD G&Aep 2016 (normales normes UE)

Contrôle passeports

Secateur	Nombre d'unités départ	Nombre d'unités arrivée
Gros porteurs	6 [guérites CGFR]	8 [guérites CGFR]
Satellites 30 et 40	4-6 [guérites CGFR]	2-6 [guérites CGFR]
Satellites 10 et 20	4 [guérites CGFR]	2 [guérites CGFR]
Terminal charter TZ	0 [guérites CGFR]	10 [guérites CGFR]

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

donnée G&Aep 01.2014

SURETE - Etat 2012

Flux déterminants

Type de flux	Flux de voyageurs max
Nombre max de voyageurs au départ	2'800 [voyageurs/h] <small>donnée Backup 02.2014</small>
Dont max sur secteur France	500 [voyageurs/h] <small>donnée Backup 02.2014</small>
Nombre de voyageurs max en transfert	100 [voyageurs/h] <small>donnée Backup 02.2014</small>

Contrôle sûreté

Situation courante	Situation d'hyperpointe
170 [voyageurs/machine] <small>selon expérience</small>	200 [voyageurs/machine] <small>selon expérience</small>

Capacité des installations

Installation	Paramètre déterminant	Flux considéré		Type	Sens	Schengen	Flux de référence	Capacité unitaire				Niveau de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité				
		unité	valeur basse					valeur haute	Quantité	valeur basse	valeur haute					valeur retenue			
Sûreté - T1 CSC	procédure	[voyageurs/h]	départ	mixte			2'300 <small>donnée Backup 02.2014</small>	[voyageurs/h/desk]	170	200 <small>tenable sur max 1-2h</small>	200 <small>donnée Backup 02.2014</small>	14 <small>donnée Backup 02.2014</small>	2'380	2'800 <small>tenable sur max 1-2h</small>	2'380	97%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SO (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - T1 France	procédure	[voyageurs/h]	départ	mixte			500 <small>donnée Backup 02.2014</small>	[voyageurs/h/desk]	170	200 <small>tenable sur max 1-2h</small>	200 <small>donnée Backup 02.2014</small>	3 <small>donnée Backup 02.2014</small>	510	600 <small>tenable sur max 1-2h</small>	510	98%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SO (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - Transfert	procédure	[voyageurs/h]	départ	mixte			100 <small>donnée Backup 02.2014</small>	[voyageurs/h/desk]	170	200 <small>tenable sur max 1-2h</small>	200 <small>donnée Backup 02.2014</small>	3 <small>donnée Backup 02.2014</small>	510	600 <small>tenable sur max 1-2h</small>	510	20%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SO (temps d'attente), comportement voyageurs

TRIBAG - Etat 2012

Type de flux	Flux de voyageurs max
Nombre max de voyageurs au départ	2'800 (voyageurs/h) <small>débit G-Dep 02.2014</small>
Nombre max de voyageurs à l'arrivée	2'900 (voyageurs/h) <small>débit G-Arr 02.2014</small>
Dont max sur T1+ (départ ou arrivée)	500 (voyageurs/h) <small>selon capacité dédiée</small>
Bagages par voyageur en moyenne	0,83 (bagages/voyageur) <small>selon flux annuels en bagages et en voyageurs</small>

NB : flux de bagages "hors format" non pris en compte dans les analyses (non déterminant et très aléatoire)

Débits de référence	1 minute/bagage
Durée d'enregistrement	1200 (bagages/h)
Débit portes rayon X (casino)	260 (bagages/(carrousel))
Débit carrousel d'arrivée	1 (bagage/seconde)
Débit tapis (0,8 m/s)	

Disponibilité	80%
Taux (arrêts imprévus, interdépendance des installations)	

Zone de check-in	Nombre de desks	Débit d'enregistrement
T1 - groupe L900	13 (desks)	60 (bagages/h)
T1 - groupe L000	17 (desks)	46 (bagages/h)
T1 - groupe L200	14 (desks)	12 (bagages/h)
T1 - groupe L100	25 (desks)	30 (bagages/h)
T1 - groupe L300	9 (desks)	45 (bagages/h)
T1 - groupe L500	13 (desks)	10 (bagages/h)
T1+	12 (desks)	60 (bagages/h)

T1 : selon net

Capacité des installations du T1	Flux de référence		Capacité unitaire		Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
	Type	Sens	Unité	valeur basse	valeur haute	valeur basse				
Check-in	durée d'enregistrement	mixte	1'917	1'917	5'460	5'460	35%	qualité	oui	débit limité des tapis de collecte, fonction du T1+
Tapis de collecte	intervalle bagages	mixte	1'917	754	3'015	3'015	64%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, fonction du T1+
Casino	intervalle mesures	mixte	1'917	960	3'840	3'840	50%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Carrousel de tri	débit tri	mixte	1'917	2'492	2'492	2'492	77%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Bagagistes	espace de manoeuvre	mixte	1'917	3'000	3'000	3'000	64%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+
Carrousel d'arrivée	acheminement	mixte	2'417	260	2'080	2'080	116%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel, fonction du T1+

Capacité des installations du T1+	Flux de référence		Capacité unitaire		Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
	Type	Sens	Unité	valeur basse	valeur haute	valeur basse				
Check-in	durée d'enregistrement	mixte	417	720	720	720	56%	qualité	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Tapis de collecte	intervalle bagages	mixte	417	3'600	7'200	7'200	6%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Casino	intervalle mesures	mixte	417	960	1'920	1'920	22%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel de tri	débit tri	mixte	417	2'000	2'000	2'000	21%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel
Bagagistes	espace de manoeuvre	mixte	417	2'000	2'000	2'000	21%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel

Capacité cumulée des installations T1 et T1+	Flux de référence		Capacité unitaire		Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
	Type	Sens	Unité	valeur basse	valeur haute	valeur basse				
Check-in	durée d'enregistrement	mixte	2'333	2'333	6'180	6'180	36%	qualité	oui	débit limité des tapis de collecte, répartition et homogénéité des flux
Tapis de collecte	intervalle bagages	mixte	2'333	2'333	10'215	10'215	23%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Casino	intervalle mesures	mixte	2'333	2'333	5'760	5'760	41%	technique	oui	répartition et homogénéité des flux, disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel de tri	débit tri	mixte	2'333	2'333	4'492	4'492	52%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel
Bagagistes	espace de manoeuvre	mixte	2'333	2'333	5'000	5'000	47%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel
Carrousel d'arrivée	acheminement	mixte	2'417	2'417	2'080	2'080	116%	technique	oui	disponibilité et efficacité du personnel

ACCES (tous modes) - Etat 2012

Flux de voyageurs déterminants	
Nombre max de voyageurs (arrivée-départ)	4'800 [voyageurs/h] <small>données GdAep 02.2014</small>
Capacité routière	
Débit d'une voie de circulation	1'500 [véhicules/h]

Répartition modale	
Mode d'accès	Part modale
Transports publics	40%
Véhicule privé	40%
Autre (taxis, ...)	20%

selon PD GdAep 2016

Capacité des installations	
Installation	Paramètre déterminant
	Type
	Sens
	Schengen
	Flux considéré

Transports publics

Ligne	Fréquence heure de pointe	Fréquence heure creuse	Capacité unitaire
CFF (terminus)	5 [circulations/h]	5 [circulations/h]	800 [places/convoi]
TPG 5 (terminus)	7 [passages/h]	4 [passages/h]	100 [places/véhicule]
TPG 10 (terminus)	8 [passages/h]	4 [passages/h]	125 [places/véhicule]
TPG 23 (terminus)	5 [passages/h]	2 [passages/h]	100 [places/véhicule]
TPG 28 dir. Parfumerie	4 [passages/h]	2 [passages/h]	100 [places/véhicule]
TPG 28 dir. Botanique	4 [passages/h]	2 [passages/h]	100 [places/véhicule]
TPG 57 (terminus)	6 [passages/h]	3 [passages/h]	50 [places/véhicule]
TPG Y dir. Thoiry	2 [passages/h]	1 [passages/h]	50 [places/véhicule]
TPG Y dir. Ferney	2 [passages/h]	1 [passages/h]	50 [places/véhicule]

selon TRG / CFF 2011

Stationnement public

Parking	Capacité	Durée de stationnement	Demande de stationnement	Taux d'occupation
P3 (départ)	93 [places]	15 [min/véhicule]	400 [véhicules/h]	1.2 [voyageurs/véhicule]
P2 (arrivée)	175 [places]	30 [min/véhicule]	350 [véhicules/h]	1.2 [voyageurs/véhicule]
P1, P20, P31, P32, P33, P51	4'110 [places]	90 [min/véhicule]	1'800 [véhicules/h]	1.2 [voyageurs/véhicule]

selon PD GdAep 2016

P2, P3 : selon PD GdAep 2016
P1, P20, P31, P32, P33, P51 : données incluant une utilisation à 100% des parkings

P2, P3 : selon PD GdAep 2016
P1, P20, P31, P32, P33, P51 : données incluant une utilisation à 100% des parkings

Flux de référence	
Accès TP	1'920 <small>données GdAep 02.2014</small>
Accès TIM	2'880 <small>données GdAep 02.2014</small>
Parking - départ	480 <small>selon PD GdAep 2016</small>
Parking - arrivée	420 <small>selon PD GdAep 2016</small>
Parking - longue durée	1'260 <small>selon des 5'000 voyageurs venant en voiture (part modale 40%)</small>

Capacité unitaire		Quantité		Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
unité	valeur basse	valeur haute	valeur basse	valeur haute	valeur retenue				
[voy/h]	3'750	5'750	1	3'750	5'750	51%	qualité	non	autres fonctions de desserte de la ligne TP (passagers non Aep), événementiel
[voy/h/voie]	1'500	3'000	3	4'500	4'500	64%	technique	non	trafic lié aux activités non Aep, événementiel
[voy/h/place]	4.8	4.8	90	432	432	111%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
[voy/h/place]	2.4	2.4	175	420	420	100%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
[voy/h/place]	0.3	0.3	4'110	1'260	1'260	100%	qualité	oui	réglementation, politiques communales

PISTE - Etat 2020 avec aile_EST

Flux déterminant

Catégorie de mouvements	Mouvements d'avions max
Nombre max de mouvements en exploitation déclarée	40 [avions/h] <small>maximum générale par Skyguide (sans avions confondus)</small>
Quota réservé à l'aviation générale	4 [avions/h]
Nombre max d'arrivées déclarées	25 [avions/h]
Quota arrivée réservé à l'aviation générale	3 [avions/h] <small>maximum générale par Skyguide (sans avions confondus) dernière OSA-Exp 07.2014</small>
Nombre max de départs S	15 [avions/h] <small>selon PD OSA-Exp 2016 (vois de ligne/charter uniquement)</small>
Nombre max de départs NS	15 [avions/h] <small>selon PD OSA-Exp 2016 (vois de ligne/charter uniquement)</small>

Capacité des installations		Flux de référence		Capacité unitaire		Quantité		Capacité de l'installation		Degré de saturation		Nature du seuil de capacité		Maîtrise du paramètre déterminant		Facteurs pouvant influencer la capacité	
Installation	Paramètre déterminant	Flux considéré	Sens	Type	Flux de référence	unité	valeur basse	valeur haute	valeur basse	valeur haute	saturation	capacité	seuil de capacité	paramètre déterminant	facteurs	influence	
Piste - total	temps occupation	[avions/h]	cumul	mixte	36 <small>maximum de 40 vois (dont quota 4 vois privés) régulièrement écarté</small>	[avions/h/piste]		36		36 <small>max 40 vois autres qu'avec 4 vois privés</small>	100% <small>avec 4 vois privés</small>	1	36	non	politique d'accueil avions, disponibilité et efficacité du personnel		
Piste - arrivée	régulation d'approche	[avions/h]	arrivée	mixte	22 <small>maximum de 25 vois arrivées (dont quota 3 vois privés) régulièrement écarté</small>	[avions/h/piste]		22		22 <small>max 25 vois arrivées mais quota 3 vois privés arrivées</small>	100% <small>avec 3 vois privés à l'arrivée</small>	1	22	non	politique d'accueil, disponibilité et efficacité du personnel		

TARMAC - Etat 2020 avec aile_EST

Flux déterminant

Catégorie de mouvements	Mouvements d'avions max
Nombre max d'arrivées	22 [avions/h] <small>demande GsAep 02.2014</small>
Nombre max de départs S	15 [avions/h] <small>selon PD GsAep 2016</small>
Nombre max de départs NS	15 [avions/h] <small>selon PD GsAep 2016</small>

Positions

Mode d'accès voyageurs	Nombre d'unités
Positions avec contact	24 [positions]
Positions avec accès à pied	5 [positions]
Positions avec accès bus	22 [positions]

demande GsAep 02.2014

Gates

Catégorie de gate	Nombre d'unités (min/max S)	Durée d'escale	Part S/NS du trafic (min/max S)	Part contact/bus du trafic
Schengen contact gates	14 [19 (gates)]	80 [minutes/vol]	35%	60%
Schengen bus gates	8 [13 (gates)]	60 [minutes/vol]	35%	40%
Non-Schengen contact gates	10 [15 (gates)]	80 [minutes/vol]	65%	70%
Non-Schengen bus gates	4 [9 (gates)]	60 [minutes/vol]	65%	30%
Durée moyenne d'escale		72 [minutes/vol]		

demande GsAep 02.2014selon PD GsAep 2016selon relevé trafic actuelselon PD GsAep 2016

Capacité des installations

Installation	Paramètre déterminant	Flux considéré		Flux de référence	Capacité unitaire		Quantité		Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
		Type	Sens		Schengen	unité	valeur basse	valeur haute	valeur basse	valeur haute				
Positions	durée d'escale	[avions/h]	mixte	mixte	22 [avions/h/position]	0,83	51	42,4	42,4	52%	qualité	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates	
Gates - S	durée d'escale	[avions/h]	mixte	S	15,0 [avions/h]	18,3	1	26,6	26,6	56%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates	
Gates - NS	durée d'escale	[avions/h]	mixte	NS	15,0 [avions/h]	11,6	1	20,0	20,0	75%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates	
Gates - S contact	durée d'escale	[avions/h]	mixte	S	9,0 [avions/h]	10,5	1	14,3	14,3	63%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates	
Gates - S bus	durée d'escale	[avions/h]	mixte	S	6,0 [avions/h]	8,0	1	13,0	13,0	46%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates	
Gates - NS contact	durée d'escale	[avions/h]	mixte	NS	10,5 [avions/h]	7,5	1	11,3	11,3	93%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates	
Gates - NS bus	durée d'escale	[avions/h]	mixte	NS	4,5 [avions/h]	4,0	1	9,0	9,0	50%	technique	oui	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates	

TERMINAL - Etat 2020 avec aile_EST

Flux de voyageurs déterminants

Type de flux	Flux de voyageurs max
Nombre max de voyageurs au départ (S+NS)	3'500 [voyageurs/h]
Nombre max de voyageurs NS au départ	2'700 [voyageurs/h]
Nombre max de voyageurs à l'arrivée (S+NS)	3'600 [voyageurs/h]
Nombre max de voyageurs NS à l'arrivée	3'000 [voyageurs/h]

dernière G&A/ep 02.2014

Mode d'enregistrement	Nombre d'unités	Durées d'enregistrement	Part du trafic voyageurs
Check-in (avec/sans bagages)	108 [desks]	120 [secondes/voyageur]	20%
Self check-in (sans bagages)	33 [bornes]	90 [secondes/voyageur]	10%
Self check-in + drop off	33 / 35 [born] / [desk]	165 [secondes/voyageur]	10%
Web check-in (sans bagages)	0	0 [secondes/voyageur]	
Web check-in + drop off	35 [desks]	75 [secondes/voyageur]	60%

dernière G&A/ep 01.2014

selon PD G&A/ep 01.2014

Capacité des installations		Flux de référence		Capacité unitaire			
Installation	Paramètre déterminant	Type	Sens	Flux considéré	unité	valeur basse	valeur haute
Check-in - desk	durée d'enregistrement [voyageurs/h]	départ	mixte	700	[voy/h/desk]	30	selon PD G&A/ep 2016
Check-in - borne	durée d'enregistrement [voyageurs/h]	départ	mixte	700	[voy/h/borne]	40	selon PD G&A/ep 2016
Check-in - drop off	durée d'enregistrement [voyageurs/h]	départ	mixte	2'450	[voy/h/desk]	48	selon PD G&A/ep 2016
Embarquement	durée d'escalade [voyageurs/h]	départ	mixte	3'500	[voy/h/gate]	95.5	selon PD G&A/ep 2016 avec, en 2019, 27 vol pour 2'800 voyageurs au départ et durée d'accès jusqu'à 60'
Passeport - départ	procédure [voyageurs/h]	départ	NS	2'700	[voy/h/guêrite]	60	selon PD G&A/ep 2016 maximum selon fluvailles (nouvelles normes UE) contrôle
Passeport - arrivée	procédure [voyageurs/h]	arrivée	NS	3'000	[voy/h/guêrite]	48	selon PD G&A/ep 2016 maximum selon fluvailles (nouvelles normes UE) contrôle

dernière G&A/ep 01.2014

selon PD G&A/ep 01.2014

Contrôle passeports

Secteur	Nombre d'unités départ	Nombre d'unités arrivée
Gros porteurs	28 [guêrites CGFR]	37 [guêrites CGFR]
Satellites 30 et 40	2-6 [guêrites CGFR]	2-6 [guêrites CGFR]
Satellites 10 et 20	4 [guêrites CGFR]	2 [guêrites CGFR]
Terminal charter TZ	0 [guêrites CGFR]	10 [guêrites CGFR]

dernière G&A/ep 01.2014

Durée moyenne du contrôle	Contrôle départ	Contrôle arrivée
	60 [sec/voyageur]	75 [sec/voyageur]

selon PD G&A/ep 2016 (nouvelles normes UE)

selon PD G&A/ep 2016 (nouvelles normes UE)

Installation	Paramètre déterminant	Type	Sens	Schengen	Flux de référence		Capacité unitaire		Quantité	Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
					unité	valeur basse	valeur haute	valeur basse		valeur haute					
Check-in - desk	durée d'enregistrement [voyageurs/h]	départ	mixte		700	[voy/h/desk]	30	selon PD G&A/ep 2016	108 <small>non compris: 20 desks affectés au desk bagage (drop off)</small>	3'240	3'240	22%	qualité	oui	évolution des modes d'enregistrement, part des desks fonctionnant en dédié
Check-in - borne	durée d'enregistrement [voyageurs/h]	départ	mixte		700	[voy/h/borne]	40	selon PD G&A/ep 2016	33	1'320	1'320	53%	qualité	oui	évolution des modes d'enregistrement
Check-in - drop off	durée d'enregistrement [voyageurs/h]	départ	mixte		2'450	[voy/h/desk]	48	selon PD G&A/ep 2016	35	1'680	1'680	146%	qualité	oui	évolution des modes d'enregistrement
Embarquement	durée d'escalade [voyageurs/h]	départ	mixte		3'500	[voy/h/gate]	95.5	selon PD G&A/ep 2016 avec, en 2019, 27 vol pour 2'800 voyageurs au départ et durée d'accès jusqu'à 60'	46.0	4'391	4'391	80%	qualité	non	caractéristiques des vols, arrêt prolongé (rotation), gestion positions et gates
Passeport - départ	procédure [voyageurs/h]	départ	NS		2'700	[voy/h/guêrite]	60	selon PD G&A/ep 2016 maximum selon fluvailles (nouvelles normes UE) contrôle	38 <small>minimum selon modularité, TZ (barrière)</small>	2'280	2'280	118%	sécurité	non	origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel
Passeport - arrivée	procédure [voyageurs/h]	arrivée	NS		3'000	[voy/h/guêrite]	48	selon PD G&A/ep 2016 maximum selon fluvailles (nouvelles normes UE) contrôle	45 <small>maximum selon modularité, non compris TZ (barrière)</small>	2'160	2'160	139%	sécurité	non	origine des vols et des voyageurs, normes de contrôle, gestion du personnel

SURETE - Etat 2020 avec aile_EST

Flux déterminants

Type de flux	Flux de voyageurs max
Nombre max de voyageurs au départ	3'500 [voyageurs/h] <small>donnée GA-Aep 02.2014</small>
Dont max sur secteur France	500 [voyageurs/h] <small>donnée GA-Aep 02.2014</small>
Nombre de voyageurs max en transfert	150 [voyageurs/h] <small>donnée GA-Aep 02.2014</small>

Contrôle sûreté

Situation courante	Situation d'hyperpointe
Débit moyen du contrôle <small>salon expédition</small>	200 [voyageurs/machine] <small>salon expédition</small>

Capacité des installations	Paramètre déterminant	Flux considéré		Flux de référence	Capacité unitaire		Quantité		Capacité de l'installation		Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité	
		Type	Sens		Flux	Schengen	unité	valeur basse	valeur haute	valeur haute					valeur retenue
Sûreté - T1 CSC	procédure	[voyageurs/h]	départ	mixte	3'000 <small>donnée GA-Aep 02.2014</small>	170	200 <small>tenable sur max 1-2h</small>	16 <small>demande GA-Aep 02.2014</small>	2720	3'200 <small>tenable sur max 1-2h</small>	2720	110%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SQ (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - T1 France	procédure	[voyageurs/h]	départ	mixte	500 <small>donnée GA-Aep 02.2014</small>	170	200 <small>tenable sur max 1-2h</small>	3 <small>demande GA-Aep 02.2014</small>	510	600 <small>tenable sur max 1-2h</small>	510	98%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SQ (temps d'attente), comportement voyageurs
Sûreté - Transfert	procédure	[voyageurs/h]	départ	mixte	150 <small>donnée GA-Aep 02.2014</small>	170	200 <small>tenable sur max 1-2h</small>	5 <small>demande GA-Aep 02.2014</small>	850	1'000 <small>tenable sur max 1-2h</small>	850	18%	sécurité	non	normes de contrôle, disponibilité et efficacité du personnel, SQ (temps d'attente), comportement voyageurs

TRIBAG - Etat 2020 avec aile_EST

Flux déterminants	Flux de voyageurs max
Type de flux	3 500 (voyageurs/h)
Nombre max de voyageurs au départ	3 500 (voyageurs/h)
Nombre max de voyageurs à l'arrivée	3 500 (voyageurs/h)
Dont max sur T1+ (départ ou arrivée)	500 (voyageurs/h)
Bagages par voyageur en moyenne	0.83 (bagages/voyageur)

NB : flux de bagages "hors format" non pris en compte dans les analyses (non déterminant et très aléatoire)

Capacité des installations du T1	Flux de référence	
Installation	Flux considéré	
Type	Sens	
Check-in	durée d'enregistrement (bagages/h) départ mixte	2'500 <small>départ 06-Ap-02-2014</small>
Tapis de collecte	intervalle bagages (bagages/h) départ mixte	2'500 <small>départ 06-Ap-02-2014</small>
Casino	intervalle mesures (bagages/h) départ mixte	2'500 <small>départ 06-Ap-02-2014</small>
Carrousel de tri	débit tri (bagages/h) départ mixte	2'500 <small>départ 06-Ap-02-2014</small>
Bagagistes	espace de manoeuvre (bagages/h) départ mixte	2'500 <small>départ 06-Ap-02-2014</small>
Carrousel d'arrivée	acheminement (bagages/h) arrivée mixte	3'000 <small>départ 06-Ap-02-2014</small>

Capacité des installations du T1+	Flux de référence	
Installation	Flux considéré	
Type	Sens	
Check-in	durée d'enregistrement (bagages/h) départ mixte	417 <small>selon FD 06-Ap-2016</small>
Tapis de collecte	intervalle bagages (bagages/h) départ mixte	417 <small>selon FD 06-Ap-2016</small>
Casino	intervalle mesures (bagages/h) départ mixte	417 <small>selon FD 06-Ap-2016</small>
Carrousel de tri	débit tri (bagages/h) départ mixte	417 <small>selon FD 06-Ap-2016</small>
Bagagistes	espace de manoeuvre (bagages/h) départ mixte	417 <small>selon FD 06-Ap-2016</small>

Capacité cumulée des installations T1 et T1+	Flux de référence	
Installation	Flux considéré	
Type	Sens	
Check-in	durée d'enregistrement (bagages/h) départ mixte	2'917
Tapis de collecte	intervalle bagages (bagages/h) départ mixte	2'917
Casino	intervalle mesures (bagages/h) départ mixte	2'917
Carrousel de tri	débit tri (bagages/h) départ mixte	2'917
Bagagistes	espace de manoeuvre (bagages/h) départ mixte	2'917
Carrousel d'arrivée	acheminement (bagages/h) arrivée mixte	3'000

Débits de référence	Check-in
Durée d'enregistrement	Zone de check-in
Débit portes rayon X (casino)	T1 - groupe L900
Débit carrousel d'arrivée	T1 - groupe L000
Débit tapis (0,8 m/s)	T1 - groupe L200
	T1 - groupe L100
	T1 - groupe L300
	T1 - groupe L500
	T1+

Disponibilité : 80%

Taux (arrêts imprévus, interdépendance des installations) : 80%

Capacité unitaire		Quantité		Capacité de l'installation		Degré de saturation		Nature du seuil de capacité		Maîtrise du paramètre déterminant		Facteurs pouvant influencer la capacité	
unité	valeur basse	valeur haute		valeur basse	valeur haute	valeur retenue		qualité		paramètre	déterminant		
[bag/h]	5'460	5'460	1	5'460	5'460	5'460	46%	qualité	oui	Maîtrise du paramètre déterminant	oui	débit limité des tapis de collecte,	débit d'enregistrement
[bag/h/tapis]	754	754	4	3'015	3'015	3'015	83%	technique	oui			répartition et homogénéité des flux,	60 (bagages/h)
[bag/h/porte]	960	960	4	3'840	3'840	3'840	65%	technique	oui			répartition et homogénéité des flux,	46 (bagages/h)
												disponibilité et efficacité du personnel,	12 (bagages/h)
												fonction du T1+	30 (bagages/h)
												fonction du T1+	45 (bagages/h)
												fonction du T1+	10 (bagages/h)
												fonction du T1+	60 (bagages/h)

Capacité unitaire		Quantité		Capacité de l'installation		Degré de saturation		Nature du seuil de capacité		Maîtrise du paramètre déterminant		Facteurs pouvant influencer la capacité	
unité	valeur basse	valeur haute		valeur basse	valeur haute	valeur retenue		qualité		paramètre	déterminant		
[bag/h]	720	720	1	720	720	720	58%	qualité	oui	Maîtrise du paramètre déterminant	oui	débit limité des tapis de collecte	débit d'enregistrement
[bag/h/tapis]	3'600	3'600	2	7'200	7'200	7'200	6%	technique	oui			répartition et homogénéité des flux,	60 (bagages/h)
[bag/h/porte]	960	960	2	1'920	1'920	1'920	22%	technique	oui			répartition et homogénéité des flux,	46 (bagages/h)
												disponibilité et efficacité du personnel,	12 (bagages/h)
												fonction du T1+	30 (bagages/h)
												fonction du T1+	45 (bagages/h)
												fonction du T1+	10 (bagages/h)
												fonction du T1+	60 (bagages/h)

Capacité unitaire		Quantité		Capacité de l'installation		Degré de saturation		Nature du seuil de capacité		Maîtrise du paramètre déterminant		Facteurs pouvant influencer la capacité	
unité	valeur basse	valeur haute		valeur basse	valeur haute	valeur retenue		qualité		paramètre	déterminant		
[bag/h]	2'000	2'000	1	2'000	2'000	2'000	21%	technique	oui	Maîtrise du paramètre déterminant	oui	débit limité des tapis de collecte	débit d'enregistrement
[bag/h]	2'000	2'000	1	2'000	2'000	2'000	21%	technique	oui			répartition et homogénéité des flux,	60 (bagages/h)
												répartition et homogénéité des flux,	46 (bagages/h)
												disponibilité et efficacité du personnel,	12 (bagages/h)
												fonction du T1+	30 (bagages/h)
												fonction du T1+	45 (bagages/h)
												fonction du T1+	10 (bagages/h)
												fonction du T1+	60 (bagages/h)

ACCES (tous modes) - Etat 2020 avec aile_EST

Flux de voyageurs déterminants	
Nombre max de voyageurs (arrivées-départ)	5'950 [voyageurs/h] <small>demande G&Aep 02.2014</small>
Capacité routière	
Débit d'une voie de circulation	1'500 [véhicules/h]

Répartition modale	
Mode d'accès	Part modale
Transports publics	40%
Véhicule privé	2,5 [voyageurs/véhicule]
Autre (taxis, ...)	20% 1,0 [voyageurs/véhicule] <small>selon PD G&Aep 2016</small>

Capacité des installations				
Installation	Paramètre déterminant	Type	Sens	Schengen

Accès TP	offre TP	[voyageurs/h]	cumul	mixte
Accès TIM	capacité routière	[voyageurs/h]	cumul	mixte
Parking - départ	durée moyenne	[voyageurs/h]	départ	mixte
Parking - arrivée	durée moyenne	[voyageurs/h]	arrivée	mixte
Parking - longue durée	durée moyenne	[voyageurs/h]	cumul	mixte

Transports publics

Ligne	Fréquence heure de pointe	Fréquence heure creuse	Capacité unitaire
CFE (terminus)	5 [circulations/h]	5 [circulations/h]	800 [places/cmvoil]
TPG 5 (terminus)	7 [passages/h]	4 [passages/h]	100 [places/véhicule]
TPG 10 (terminus)	8 [passages/h]	4 [passages/h]	125 [places/véhicule]
TPG 23 (terminus)	5 [passages/h]	2 [passages/h]	100 [places/véhicule]
TPG 28 dir. Parturmerie	4 [passages/h]	2 [passages/h]	100 [places/véhicule]
TPG 28 dir. Botanique	4 [passages/h]	2 [passages/h]	100 [places/véhicule]
TPG 57 (terminus)	6 [passages/h]	3 [passages/h]	50 [places/véhicule]
TPG Y dir. Thoiry	2 [passages/h]	1 [passages/h]	50 [places/véhicule]
TPG Y dir. Ferney	2 [passages/h]	1 [passages/h]	50 [places/véhicule]

selon TPG / CFE 2011

selon TPG / CFE 2011

Stationnement public	Capacité	Durée de stationnement	Demande de stationnement	Taux d'occupation
Parking				
P3 (départ)	93 [places]	15 [min/véhicule]	400 [véhicules/h]	1,2 [voyageurs/véhicule]
P2 (arrivée)	175 [places]	30 [min/véhicule]	350 [véhicules/h]	1,2 [voyageurs/véhicule]
P1, P20, P31, P32, P33, P51	4'110 [places]	180 [min/véhicule]	1'800 [véhicules/h]	1,2 [voyageurs/véhicule]

P1, P20, P31, P32, P33, P51 - durée incluant une utilisation à 100% des parkings

selon PD G&Aep 2016

Capacité unitaire	Quantité	Capacité de l'installation	Degré de saturation	Nature du seuil de capacité	Maîtrise du paramètre déterminant	Facteurs pouvant influencer la capacité
unité	1	3'750	63%	qualité	non	autres fonctions de desserte de la ligne TP (usagers non Aep), événementiel
[voy/h]	3	4'500	79%	technique	non	trafic lié aux activités non Aep, événementiel
[voy/h/voie]	90	432	111%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
[voy/h/place]	175	420	100%	qualité	oui	réglementation (durées, tarifs)
[voy/h/place]	4'110	1'260	100%	qualité	oui	réglementation, politiques communales

P1, P20, P31, P32, P33, P51 - durée incluant une utilisation à 100% des parkings

selon PD G&Aep 2016

Annexe

Analyse des temps d'escale



1 Introduction

Le but de ce document est d'expliquer l'absence d'influence des infrastructures aéroportuaires sur le temps d'escale d'un avion.

2 Temps d'escale

Le temps d'escale d'un aéronef se définit comme le temps nécessaire ou planifié pour le débarquement/embarquement de ses passagers, pour le chargement/déchargement de leurs bagages et du cargo éventuel et pour exécuter les activités telles que le nettoyage, l'avitaillement ou un changement de bagages.

Le temps d'escale est calculé en fonction du moment d'arrivée de l'avion sur sa position jusqu'à celui de son départ. Il est ainsi composé des temps de :

- traitement de l'avion (chargement / déchargement des pax et bagages, nettoyage, kérosène, etc.),
- repoussage selon configuration de la position de stationnement de l'aéroport,
- de réaction au roulage après repoussage (selon disposition de l'aéroport).¹

3 Facteurs déterminants pour la durée du temps d'escale

La durée du temps d'escale dans un aéroport est déterminée par des facteurs liés aux compagnies aériennes, par des facteurs liés au site de l'aéroport d'escale ainsi que par le chemin critique des activités d'assistance au sol.

Parmi tous ces facteurs, seuls certains liés au site de l'aéroport sont maîtrisés par l'aéroport lui-même.

3.1 Facteurs liés aux compagnies aériennes

Tous les facteurs cités ci-dessous sont uniquement du ressort des compagnies :

- a) Business model (vol de ligne, charter, vols long courrier, vols court courrier),
- b) Type d'avion utilisé (taille, n° de sièges, chargement bagages en containers ou vrac),
- c) Disposition de la cabine (classes), l'emplacement des (cuisines) et le service offert,
- d) Aéroport de base ou de rotation,
- e) Plan de rotation de la flotte et des équipages,
- f) Marges planifiées pour les rotations (rattrapage de retards),
- g) Services d'assistance à effectuer au sol,
- h) Procédure d'embarquement.

3.2 Facteurs liés au site aéroportuaire

Quant aux facteurs cités ci-dessous, bien que liés au site aéroportuaire, ils ne sont pas tous de la maîtrise exclusive de l'aéroport lui-même. En effet, seul le design des positions de stationnement de l'aéroport l'est.

- a) Disponibilité des créneaux aéroportuaires,
- b) Capacité de stationnement et de la disponibilité des portes d'embarquement,
- c) Design des positions de stationnement de l'aéroport plus précisément :
 - o Positionnement au contact,
 - Traitement passagers par passerelle,
 - Besoin de repoussage (exigé par la configuration de la position),

¹ Service technique de l'aviation civile : Détermination de la capacité d'un aéroport, novembre 2005, point 2.1.1.3.1

- o Positionnement sur position ouverte,
 - Traitement des passagers par bus ou à pied en utilisant des échelles,
- d) Selon la configuration de la position, besoin de repoussage ou non (en autonomie), Réglementations sécuritaires (ex : avitaillement avec passagers à bord),
- e) Services d'assistance au sol accessibles aux compagnies aériennes.

3.3 Facteurs liés au chemin critique

Le chemin critique se définit comme la séquence des tâches opérationnelles qui ne peuvent pas être effectuées en même temps. Par exemple, le nettoyage ne peut pas être effectué pendant le débarquement / embarquement des passagers. Il est à noter que le flux de passagers (débarquement / embarquement, y inclus les PMR [passagers à mobilité réduite]) se trouve toujours sur le chemin critique de l'assistance au sol.

Les constructeurs d'avions définissent dans leurs AOM (Aircraft Operations Manual) pour chaque type d'avion plusieurs chemins critiques pour le temps d'escale qui s'exprime par un traitement «standard » et « minimum » en minutes.²

Par définition, un vol long-courrier a besoin à chaque escale de l'intégralité des services suivants :

- avitaillement de l'avion,
- nettoyage et préparation de la cabine,
- chargement ou échange repas et boissons,
- vidange des toilettes,
- remplissage d'eau potable.

Un vol court courrier peut, quant à lui, optimiser ces services par rapport au programme de vols. Dès lors, il ne fera pas systématiquement appel à l'ensemble des services lors de chaque rotation.

4 **Influence du design des positions de stationnement sur le temps d'escale**

Comme expliqué ci-dessus, l'aéroport ne peut influencer le temps d'escale que par le design de ses positions de stationnement. Ainsi, le choix de prévoir des positions au contact (liaison avec le bâtiment par passerelle) ou ouvertes (accès à pied ou par bus) a un impact direct sur le temps d'embarquement/débarquement des passagers (ci-après pax).

4.1 Position au contact versus position ouverte

Les constructeurs d'avion calculent les temps de débarquement/embarquement avec les valeurs suivantes³:

Processus	Au contact / débarquement par passerelle	Position ouverte / débarquement par échelle
Débarquement	22 - 25 pax/min	20 pax/min
Embarquement	15 - 18 pax/min	15 pax/min

4.2 Temps de débarquement/embarquement par catégorie d'avion et position utilisé

Les temps d'escale calculés par les constructeurs d'avion se basent pour un code E toujours sur l'utilisation de deux accès indépendants si l'avion est positionné au contact ou ouvert.

Un avion code C ne peut physiquement pas utiliser deux accès au contact. Sur une position ouverte l'avion code C peut toutefois être traité en utilisant deux accès/échelles

² Documents sur l'A340-200/-300 et l'A320 : sections 5 : Terminal Servicing, téléchargeables sur le site internet <http://www.airbus.com/support/maintenance-engineering/technical-data/aircraft-characteristics/>

³ Documents sur l'A340-200/-300 et l'A320 : sections 5 : Terminal Servicing, téléchargeables sur le site internet <http://www.airbus.com/support/maintenance-engineering/technical-data/aircraft-characteristics/>

Le tableau ci-dessous montre les débits calculés pour un avion code E et C selon les possibilités d'utilisation des équipements en position contact ou ouverte⁴ :

Processus	Type d'avion	Débit total avec utilisation de passerelle(s)		Débit total avec utilisation d'échelle(s)	
		1 passerelle	2 passerelles	1 échelle	2 échelles
Débarquement	Code E (A340, B777, etc.)	25 pax/min	50 pax/min	20 pax/min	40 pax/min
Embarquement		15 pax/min	30 pax/min	15 pax/min	30 pax/min
Débarquement	Code C (A320, A321, B737-800, etc.)	22 pax/min	Pas possible	20 pax/min	40 pax/min
Embarquement		18 pax/min	Pas possible	15 pax/min	30 pax/min

4.3 Exemple

Code E : A340 à 270 pax
Code C : A321 à 200 pax

Processus	Type d'avion	Temps processus avec utilisation de passerelle(s)		Temps processus avec utilisation d'échelle(s)	
		1 passerelle	2 passerelles	1 échelle	2 échelles
Débarquement	Code E : A340 à 270 pax	10.8 min	5.4 min	13.5 min	6.8 min
Embarquement		18 min	9 min	18 min	9 min
Débarquement	Code C : A321 à 200 pax	9 min	Pas possible	10 min	5 min
Embarquement		11 min	Pas possible	13 min	6.7 min

Le tableau démontre que les temps d'embarquement/débarquement les plus bas sont atteints pour les avions de type :

- code E en utilisant une position au contact avec 2 passerelles,
- code C en utilisant une position ouverte avec 2 échelles.

Au vu de ce qui précède, il ressort que le fait d'avoir des positions au contact pour un aéroport ne lui permet pas de diminuer les temps d'escale et par ce biais d'augmenter le nombre de rotations des codes C. Quant aux codes E, la possibilité de diminution de temps d'embarquement/débarquement des passagers n'étant que très peu significative, le fait d'être au contact n'implique en réalité pas non plus une baisse du temps d'escale.

⁴ Documents sur l'A340-200/-300 et l'A320 : sections 5 : Terminal Servicing, téléchargeables sur le site internet <http://www.airbus.com/support/maintenance-engineering/technical-data/aircraft-characteristics/>

5 Conclusion

Ainsi qu'il a été démontré ci-dessus, le temps d'escale d'un aéronef ne dépend que de facteurs indépendants de l'aéroport. La présence de positions au contact n'a en effet aucun impact sur ce temps d'escale.

L'utilisation de passerelles ne permet aux avions code E qu'au mieux de respecter leurs temps d'escale standards définis. Quant aux avions code C, ils ne peuvent pas diminuer leur temps d'escale puisqu'ils ne peuvent pas bénéficier de deux passerelles, ce en raison de leur design (seule une porte passager en amont de l'aile).

La création de positions contacts accessibles avec une ou deux passerelles ne représente dès lors un avantage quantitatif ni pour les compagnies aériennes, ni pour l'aéroport.

En réalité, la création d'une telle infrastructure ne revêt qu'un aspect qualitatif pour le passager. Elle a pour effet d'augmenter le niveau des services offerts aux passagers en éliminant les trajets par bus, les expositions aux conditions météorologiques (intempéries, chaleurs estivales, etc.) et en améliorant la sécurité du processus d'embarquement/débarquement (moins de risque d'accident en raison par exemple d'une échelle ou d'un tarmac glissants). Par ailleurs, la création de telles infrastructures permet de se dédouaner pour l'aéroport des contraintes liées à l'exploitation des bus, comme le manque de bus en période de pointe ou de retard.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral de l'environnement OFEV
Section EIE et organisation du territoire

B·M·G AVOCATS
PIECE N° 6

CH-3003 Berne, OFEV, BC

Office fédéral de l'aviation civile OFAC
Division Stratégie et politique aéronautique
3003 Berne

N° de référence: M451-1658
Votre référence: tra
Notre référence: 2013.04.23-064
Dossier traité par: BC
Berne, le 13 décembre 2013

Aéroport de Genève : Construction de l'Aile Est. Procédure ordinaire d'approbation des plans

Madame, Monsieur,

Nous vous remercions de nous avoir fait parvenir les documents concernant le projet de construction mentionné ci-dessus et nous prenons position comme suit:

1 Projet et procédure

Le projet de l'aéroport international de Genève (AIG) consiste en la construction d'une nouvelle Aile Est passagers en lieu et remplacement de divers bâtiments existants vétustes, notamment la passerelle Finger 14-15-16. Le nouveau bâtiment comprend principalement de nouvelles salles d'embarquement pour vols long courrier, vers et depuis l'espace Schengen et non Schengen. Cette nouvelle Aile doit permettre d'assurer une flexibilité d'exploitation mixte. Elle se situe en prolongement de l'aérogare actuelle, comprend 5 niveaux et aura les dimensions suivantes : 520 m de long, 20 m de large et 19 m de haut (hors-sol).

Le projet est soumis à une EIE au sens du chiffre 14.1 de l'annexe de l'ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE). Nous avons évalué l'enquête préliminaire et le cahier des charges le 30 novembre 2011. Conformément à l'art. 12, al. 2, OEIE, nous évaluons le rapport d'impact (RIE).

Le projet est soumis à la procédure ordinaire d'approbation des plans.

Cécile Bourigault
OFEV, Section EIE et organisation du territoire, 3003 Berne
Tél. +41 31 323 46 35, fax +41 31 324 79 78
cecile.bourigault@bafu.admin.ch
<http://www.bafu.admin.ch>

2 Bases d'évaluation

Notre prise de position se fonde sur les documents suivants:

- Dossier « Bâtiment Aile Est » du 22 avril 2013
- Complément au RIE du 31 juillet 2013, comprenant une note de l'AIG du 24 juillet 2013 dans le domaine Accidents majeurs, reçu le 17 septembre 2013
- Lettre de l'AIG du 20 septembre 2013, reçue le 6 novembre 2013
- Préavis de l'Office de l'urbanisme du canton de Genève, 30 août 2013, contenant les préavis des services consultés dont celui du Service d'étude de l'impact sur l'environnement (SEIE) du 23 août 2013
- Courriel de l'OFEV du 8 octobre 2013 concernant la mitigation des séismes
- Oppositions au projet, reçues le 5 juillet 2013
- Séance de présentation du projet du 19 février 2013
- Prise de position de l'OFEV sur l'enquête préliminaire, 30 novembre 2011
- Suivi de la Charge CRINEN I, Décision, OFAC, 6 juin 2013
- Approbation du Règlement d'exploitation, OFAC, 31 mai 2001
- Règlement d'exploitation de l'AIG, AIG, 6 avril 2001

3 Evaluation

Sauf demande autre ci-après, les mesures prévues dans le RIE du 22 avril 2013, le complément du 31 juillet 2013 et la lettre de l'AIG du 20 septembre 2013 doivent être mises en œuvre (art. 10c, al. 1, LPE).

3.1 Suivi environnemental de la phase de réalisation (SER)

Nous nous félicitons qu'un SER soit prévu. Nous sommes d'accord avec le cahier des charges.

3.2 Nature et paysage

Le projet ne touche aucun objet d'un inventaire fédéral d'importance nationale. Le bâtiment planifié sera construit sur des surfaces asphaltées (tarmac) sur un site entièrement urbanisé. L'impact du projet sur le paysage est faible, l'impact sur les milieux naturels est nul.

Nous soutenons la demande 25 de la prise de position du SEIE du 23 août 2013 : Les abattages d'arbres des projets connexes (cf. annexe 37, arbres à abattre) devront être compensés. Toutefois, à notre connaissance, ceci est prévu dans ces projets (p.ex. Route douanière). Il n'y a aucun arbre supplémentaire à abattre dans le cadre de la présente demande d'approbation des plans et nous préavisons donc favorablement le projet sans conditions.

3.3 Evacuation des eaux

Le concept de gestion des eaux de ruissellement des toitures (16'364 m²) prévoit de les réutiliser pour l'alimentation des WC ainsi que pour les besoins des équipements pour l'humidification de l'air.

Selon l'art. 6 LEaux, il est interdit d'introduire directement ou indirectement dans une eau des substances de nature à la polluer; l'infiltration de telles substances est également interdite. Selon l'art. 7 LEaux, les eaux polluées doivent être traitées.

Du moment que le projet est établi conformément aux prescriptions de la directive « Evacuation des eaux pluviales » du VSA (Association suisse des professionnels de la protection des eaux) et à celles de la norme SN 592 000 « Evacuation des eaux des bien-fonds », ainsi que selon les exigences du plan général d'évacuation des eaux (PGEE) de l'AIG, nous n'avons pas de remarque à formuler. En

phase des travaux, les prescriptions de la recommandation SN/SIA 509 431 « Evacuation des eaux de chantier » devront être respectées.

Les demandes formulées par le service cantonal (DGEau) concernant la phase de chantier et le suivi de la procédure, ainsi que pour la période d'exploitation sont légitimes: elles permettent de répondre aux exigences concernant les eaux à évacuer.

Demande

- [1] Les demandes formulées par le service cantonal (DGEau) dans le préavis du SEIE du 23 août 2013 concernant tant la phase de chantier et le suivi de la procédure que la période d'exploitation doivent être respectées.

3.4 Prévention des accidents majeurs / Protection contre les catastrophes

L'examen sommaire des documents qui nous ont été soumis a révélé que ce projet ne devrait avoir qu'un impact minime dans le domaine Accidents majeurs. Nous n'avons ainsi pas de remarques.

3.5 Déchets

Nous n'avons pas de remarques.

3.6 Air

Le projet est compatible avec la législation relative à la protection de l'air. Le chantier correspond au niveau B de la directive « Air Chantier » de l'OFEV. Le chapitre 5.1.4 du RIE énonce les mesures de protection qui doivent être considérées pour l'exécution des travaux.

Oppositions

Lorsqu'une infrastructure destinée aux transports entraîne des atteintes nuisibles ou incommodes ou si de telles atteintes sont à prévoir, l'autorité compétente établit un plan des mesures à prendre pour réduire ces atteintes (art. 44a LPE et 31 OPAIR). Le canton de Genève dispose d'un plan de mesures révisé en 2013 qui contient aussi des mesures qui ciblent l'aéroport.

Les émissions de CO₂ ne sont pas réglées par la LPE et ne sont donc pas à examiner dans le RIE.

3.7 Rayonnement non ionisant (RNI)

Le projet prévoit la construction d'un nouveau bâtiment comprenant des nouveaux lieux à utilisation sensible (LUS) au sens de l'ORNI. Il existe une installation de téléphonie mobile (ID n°324, GSM/UMTS) à proximité des nouveaux LUS. Avant l'approbation des plans, une étude est prévue pour vérifier si cette installation de téléphonie mobile peut respecter la valeur limite de l'installation (VLInst) dans les nouveaux LUS ou si elle doit être adaptée pour respecter la VLInst (mesure RAYONNEMENT-1).

L'exécution de l'ORNI concernant les installations de téléphonie mobile relève des cantons et des communes. Dans son préavis du 23 août 2013, le SEIE approuve l'étude prévue pour l'installation de téléphonie mobile concernée (ID n°324) et demande le respect de la VLInst dans les nouveaux LUS (demande 11). Nous approuvons la demande 11 du canton de Genève.

3.8 Bruit

3.8.1 Cadre légal

La réalisation de l'Aile Est et les répercussions que celle-ci implique sont à considérer comme modification de l'installation de la plateforme aéroportuaire existante au sens de l'art. 8 OPB. En présence d'augmentations non-notables de la charge sonore, seule la preuve de l'application du principe de prévention est applicable (art. 8, al. 1, OPB). En revanche, si la réalisation induit une augmentation notable des immissions (selon les critères de l'art. 8, al. 3, OPB), le projet est à considérer comme une modification notable de l'installation aéroportuaire existante, et outre les aspects de l'application du

principe de prévention, le respect des VLI pour l'ensemble des immissions au sol de type annexe 6 OPB seraient alors en principe à démontrer (art. 8, al. 2, OPB).

L'aéroport de Genève a été cependant déjà classifié comme notablement modifié suite à l'augmentation des mouvements prévisibles ainsi qu'aux dépassements des valeurs limites induites par le trafic aérien (pronostic 2010) lors de l'acceptation du règlement d'exploitation en 2001. Pour les dépassements du bruit aérien (annexe 5 OPB), des allègements ont été accordés. Le respect des VLI pour le bruit d'exploitation au sol (annexe 6 OPB, y.c. notamment les immissions dues aux émissions des mouvements des aéronefs au sol ou des essais moteurs en puissance) reste à démontrer.

3.8.2 Phase de réalisation

Le dossier contient une description relativement détaillée des travaux bruyants et très bruyants. Elle est suffisante pour traiter concrètement la thématique. Il est proposé un niveau de mesures C pour tous les travaux, hormis les transports, notamment suite à la durée supérieure à 1 année du chantier en question. Une liste de mesures particulières à appliquer est mentionnée.

Le niveau de mesures C n'est en principe nécessaire qu'en cas de travaux très bruyants d'une durée supérieure à 1 année ou lors de travaux nocturnes (après 19h). En principe c'est donc le niveau B qui est applicable à ce chantier.

Le projet du cahier des charges du SER (point 6.2.2) nous semble adéquat.

Remarque: nous vous rendons attentif au Manuel d'application de la Directive sur le bruit des chantiers (MA-DBC) publiée par le Cercle Bruit (www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00006/) lors de la définition des mesures de protection supplémentaires pour les équipements bruyants.

Demande

- [2] Pour les travaux journaliers, le niveau de mesures B peut être appliqué. Lors de travaux nocturnes, des mesures particulières devront être prises, après consultation du Service cantonal compétent en matière de bruit, et le voisinage concerné par les immissions du chantier devra être informé à temps.

Justification: Directive Bruit des Chantiers, Réglementation cantonale.

3.8.3 Phase d'exploitation

Principe de prévention, protection contre les nuisances

Pour les installations de chauffage-ventilation-climatisation (CVC), le projet fournit la preuve que toutes les mesures au sens de la prévention ont été prises pour minimiser les émissions.

Par rapport à la situation actuelle, la réalisation de l'Aile Est induira pour des raisons de sécurité la modification de l'exécution des essais moteurs en puissance dont env. 85 % sont exécutés actuellement en position d'attente 19. Ceux-ci seront à l'avenir exécutés dans le nouvel amortisseur de bruit situé à proximité de la baie d'attente BA05. Ce projet a été mis à l'enquête et devrait être approuvé sous peu. Cet état de fait est donc à prendre en considération pour la détermination des immissions (art. 36, al. 2, OPB). La démarche « Amortisseur » engagée par l'AIG peut ainsi être en principe considérée, d'un point de vue global, notamment comme une mesure préventive de limitation des émissions à la source relative à la modification d'exploitation induite par la réalisation de l'Aile Est.

Impact du projet, pronostic des niveaux d'immission

Selon le RIE, l'Aile Est en tant que telle ne générera pas de bruit supplémentaire (sauf quelques installations CVC) et n'aura également pas d'incidence sur la charge sonore d'origine aérienne, étant donné qu'aucune nouvelle place de stationnement gros porteurs ne sera créée. En particulier, l'AIG s'engage à limiter – jusqu'à l'adoption d'une autre réglementation dans le cadre de l'adoption de la fiche PSIA – l'utilisation des positions d'attente concernées par l'Aile Est afin de garantir que l'exploitation de la nouvelle infrastructure n'induisse pas d'augmentation des mouvements de vols et donc soit sans effet sur les nuisances du bruit aérien (voir lettre de l'AIG du 20 septembre 2013).

Le pronostic de bruit évalue l'effet pour la circulation des avions, les moteurs en position d'attente et le fonctionnement des APU. Les essais moteurs en puissance, actuellement exécutés en position 19, sont exempts du pronostic car ils n'auront plus lieu en position 19 suite à la réalisation de l'amortisseur. Si par contre l'amortisseur ne devait pas être approuvé et construit, la thématique de la limitation des émissions relatives aux essais moteurs en puissance devrait être révisée avant l'approbation du projet de l'Aile Est. Si tel était le cas, il s'agira alors d'apporter la preuve que les VLI selon l'art. 8, al. 2, OPB sont respectées.

De part sa position le long du tarmac et ses dimensions, l'immeuble créera un obstacle à la propagation des émissions du tarmac en direction des zones habitées au sud-est au niveau de l'ouverture entre les immeubles existants IATA et Arena. Cet effet induit, en période diurne (7:00 – 19:00) une réduction estimée de l'exposition au bruit du voisinage maximale de l'ordre de 3 dB(A) – avec une majorité en dessus de 1 dB(A) – et en période nocturne (19:00 – 7:00) une diminution prévisible maximale de l'ordre de 2 dB(A). Par rapport aux sources de type annexe 6 OPB considérées, le projet améliorera donc déjà sensiblement l'exposition au bruit pour une partie significative du voisinage immédiat de l'aéroport. L'exécution à l'avenir de quasiment 100 % des essais moteurs en puissance à proximité dans la BA05 dans l'amortisseur de bruit réduira en sus, de manière notable et pour une partie importante de la population, la charge sonore des activités au sol de l'aéroport.

Du point de vue de la protection contre le bruit, la réalisation de l'Aile Est résultera donc en principe et sur la base des conditions-cadres énoncées en une réduction importante de la charge sonore pour les sources de bruit au sol, tant pour le voisinage proche (effet d'obstacle envers le tarmac pour les villas au sud-est, élimination des essais moteurs de la position 19) que pour le voisinage éloigné (réduction des immissions suite à la réalisation de l'amortisseur de bruit). Sa réalisation sera sans effets sur le bruit aérien.

Demande

- [3] Dans le cas où le projet d'amortisseur ne devait pas être approuvé, l'AIG devra revoir la thématique de la limitation des émissions relatives aux essais moteurs en puissance déplacés et présenter de nouvelles mesures avant l'approbation du projet de l'Aile Est.
Justification: art. 8, et 36, al. 2, OPB.

Le projet respecte, sous ces conditions, les exigences posées et est conforme au droit fédéral.

3.8.4 Oppositions

Nous avons connaissance de 12 oppositions, dont plusieurs ont un contenu identique. Ne sont traités ci-après que les points relevant pour la protection contre le bruit.

Les oppositions portent sur les points suivants :

— Les opposants estiment que la nouvelle Aile Est, de part sa conception (amélioration du confort pour les passagers, modularité), crée des conditions favorables à un développement des activités de la plateforme aéroportuaire, donc en principe à l'extension des nuisances. En particulier il est craint que les vols de nuit augmentent. Le dossier ne comporte pas d'éléments régulateurs de ce potentiel d'accroissement des nuisances au sens de l'art. 11 LPE et mentionne simplement que le projet n'induit pas d'augmentation du trafic aérien. Le projet serait ainsi en conflit avec le principe de prévention de la LPE.

L'Aile Est ne rajoute pas de nouvelles positions d'attente d'aéronefs gros-porteurs à la plateforme. L'AIG s'engage, selon sa lettre du 20 septembre 2013, à limiter l'utilisation des positions d'attente concernées par l'Aile Est, afin de garantir notamment que l'exploitation de la nouvelle infrastructure n'induit pas d'augmentation des nuisances du bruit aérien. Nous considérons donc comme plausible que la réalisation de l'Aile Est n'induit pas d'augmentation du bruit aérien.

Par ailleurs, le régime des mouvements (horaires de vols) est régi par le règlement d'exploitation en vigueur et les courbes de bruit consignées au Cadastre du bruit aérien publié en 2009. Ces deux instruments de limitation des immissions sont en vigueur. En outre, le processus PSIA en cours permettra à terme d'engager la mise à jour de l'exposition admissible selon l'art. 37a OPB et le Cadastre pour le bruit aérien, assurant ainsi la protection appropriée de la population.

Les effets réducteurs des immissions de bruit directs (obstacle à la propagation du bruit au sol) ou indirects (modification de l'exécution des essais moteurs) induits par la réalisation de l'Aile Est sont à qualifier d'importants. Il est à mentionner que des mesures importantes sont également prises dans un contexte global de l'application du principe de prévention (p. ex. Amortisseur de bruit comme mesure de limitation des émissions des futurs essais moteurs).

— Les opposants estiment que le RIE ne livre pas tous les éléments nécessaires à l'appréciation du projet par l'autorité et qu'il est à compléter.

Le RIE n'omet à notre avis pas d'éléments essentiels qui pourraient conclure à un rejet du projet. Les aspects positifs non traités dans ce dossier (déplacement des essais moteurs et construction de l'amortisseur de bruit) contribuent à confirmer l'effet positif de l'Aile Est sur les nuisances sonores. L'engagement de l'AIG (lettre du 20 septembre 2013) scelle à notre avis pour l'instant la question de la crainte relative à l'augmentation des nuisances du bruit aérien suite à la réalisation de l'Aile Est.

— Les opposants estiment que la réalisation de l'Aile Est ne répondrait pas à un besoin nécessaire, mais plutôt à une demande du marché en partie celle des vols low-cost. Le projet est à assortir d'un plafonnement du trafic annuel.

En principe, la charge sonore « admissible » est actuellement définie par les courbes de bruit de l'année de référence 2000, suite à l'approbation du Cadastre de bruit 2009 par l'OFAC. La discussion relative au besoin nécessaire d'exploitation de l'aéroport dans sa globalité dépasse le cadre de cette procédure et sera menée dans le cadre de l'élaboration de la fiche PSIA actuellement en cours.

— Une installation modifiée notablement doit respecter les VLI. Les opposants estiment que la réalisation du projet ne doit donc pas contribuer à ce que l'installation de l'aéroport dépasse les VLI. Le dossier ne contient pas d'informations à ce sujet concernant les zones riveraines, ni au sujet de l'effet du projet sur une augmentation du bruit aérien.

L'Aile Est en tant que telle ne génère pas de bruit supplémentaire. Au contraire, elle engendrera une réduction importante des immissions provenant des sources de bruit au sol, de jour et de nuit, et cela pour un nombre important de récepteurs.

Un pronostic des immissions de type annexe 6 est en cours ayant pour but de démontrer le respect des VLI pour les immissions des sources de bruit au sol et, le cas échéant, de permettre la gestion des dépassements locaux.

— Les opposants estiment que la procédure d'autorisation est à suspendre jusqu'à l'adoption définitive de la fiche PSIA de l'Aéroport de Genève Cointrin.

La suspension de la procédure d'approbation de l'Aile Est repousserait dans le futur les réductions de charge sonore engendrées par l'effet d'obstacle. Ceci n'est pas à soutenir du point de vue global de la protection contre le bruit. La réduction importante due à la modification d'exploitation des essais moteurs (procédure séparée d'approbation de l'amortisseur) ne serait cependant pas concernée.

3.9 Vibrations

Nous n'avons pas de remarques.

3.10 Dangers naturels / mitigation des séismes

Nous rappelons ci-après la demande que nous avons déjà transmise à l'OFAC par courriel en date du 8 octobre 2013.

En coopération avec l'OFEV, l'OFAC a développé des instruments d'application permettant, dans le cadre de nouvelles constructions, d'exiger, de contrôler et de documenter systématiquement le respect des normes de prescriptions parasismiques.

Dans le présent dossier, un rapport sur la sécurité sismique de la nouvelle construction du terminal Est de l'Aéroport de Genève a été transmis. Dans leur forme actuelle, les documents transmis traitant de la sécurité sismique ne sont toutefois pas compréhensible et vérifiable. Le rapport standard est à utiliser (celui-ci vous a été annexé dans notre courriel du 8 octobre 2013).

Par conséquent, une prise de position de la centrale de coordination pour la mitigation des séismes n'est pas possible.

Demande

- [4] Les instruments de mitigation des séismes de l'OFAC doivent être appliqués par le requérant. Le rapport standard est à utiliser et à transmettre à l'OFAC pour évaluation par l'OFEV **avant l'approbation des plans.**

Justification: Fiche « Sécurité parasismique des aéroports et installations de la navigation aérienne: Rapport de prédimensionnement », OFAC, mars 2012.

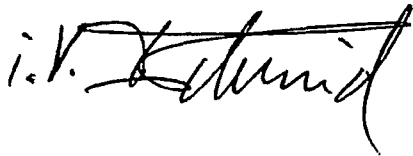
4 Conclusion

Nous vous prions de bien vouloir nous communiquer les documents complémentaires concernant la mitigation des séismes (voir demande 4) avant l'approbation des plans et de tenir compte de nos autres remarques et demandes lors de votre prise de décision et de nous faire part de celle-ci par courrier postal et électronique (adresse e-mail: uvp@bafu.admin.ch).

Veuillez agréer, Madame, Monsieur, nos salutations distinguées.

Office fédéral de l'environnement OFEV

Josef Rohrer



Copie:

- Service d'étude de l'impact sur l'environnement, chemin de la Gravière 6, 1227 Les Acacias
- Office de l'urbanisme, DAC, Région 4, Case postale 22, 1211 Genève 8



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU
Sektion UVP und Raumordnung

CH-3003 Bern, BAFU, BC

OFAC
Division Stratégie et politique aéronautique
3003 Berne

Referenz/Aktenzeichen: M504-0797
Ihr Zeichen: tra
Unser Zeichen: 2013.04.23-064
Sachbearbeiter/in: BC
Bern, 13. Dezember 2013

Interne Mitteilung an die Entscheidungsbehörde

**Aéroport de Genève : Construction de l'Aile Est.
Procédure ordinaire d'approbation des plans**

Gebühren für Verfügungen und Dienstleistungen

Gemäss Verordnung über die Gebühren des Bundesamtes für Umwelt BAFU vom 3. Juni 2005 (GebV-BAFU, SR 814.014) wird für das im Titel erwähnte Geschäft eine Gebühr erhoben und diese gemäss der Allgemeinen Gebührenverordnung vom 8. September 2004 (AllgGV, SR 172.041.1) der Entscheidungsbehörde mitgeteilt.

Vorliegend handelt es sich um eine aufwändige Stellungnahme, die gemäss Anhang GebV-BAFU, Ziffer 1 pauschal mit Fr. 2000.- zu veranschlagen ist.

Formular ohne Unterschrift

Cécile Bourigault
BAFU, Sektion UVP und Raumordnung, 3003 Bern
Tel. +41 31 323 46 35, Fax +41 31 324 79 78
cecile.bourigault@bafu.admin.ch
<http://www.bafu.admin.ch>



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
Département de l'urbanisme
Office de l'urbanisme

B·M·G AVOCATS
PIECE N° 7A

DAC
Région 4
Case postale 22
1211 Genève 8

AEROPORT INTERNATIONAL DE
GENEVE
Direction générale
A l'attention de M. N. GASPOZ

D	O	OA	OE	OR	OS	DSO
DP	03 SEP. 2013					F
DH						FF
DE	T	TI				FM

Case postale 100

1215 Genève 15

Nréf.: 17.1/d
Réf. dossier : P.F.154

Genève, le 30 août 2013.

Concerne : Aéroport International de Genève (AIG) - Projet de construction d'un nouveau terminal "Aile Est" – Grand-Saconnex

Monsieur,

Après consultation des services concernés, je vous fais part du préavis favorable du département sous réserve des préavis ci-joints en ce qui concerne le projet évoqué ci-dessus. Vous trouverez en annexe, pour votre information, les documents suivants :

- Préavis favorable sous réserves de l'administration fédérale des douanes du 22 mai 2013,
- Préavis favorable de la commune du Grand-Saconnex du 06 juin 2013,
- Préavis favorables du service de l'office fédéral des routes du 22 mai 2013 et 04 juin 2013.
- Préavis favorable sous réserves de la police du feu du 18 juin 2013,
- Préavis favorable sous réserves du service d'étude de l'impact sur l'environnement du 23 août 2013.

En vous souhaitant bonne réception des documents annexés et en restant à votre disposition, je vous prie de croire, Monsieur, à l'assurance de ma considération distinguée.

Saskia Dufresne
Directrice des autorisations de construire

Annexes : sus mentionnées

Copie : Office Fédéral de l'Aviation civile



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral des finances DFF
Administration fédérale des douanes AFD
Commandement Région gardes-frontière VI

B·M·G AVOCATS
PIECE N° 78

CH-3003 Berne. EZV, REG6/REG6

Office de l'urbanisme
Direction des autorisations de construire
Rue David-Dufour 5
1205 Genève

DU - reçu le
31 MAI 2013

Votre référence: 17.1/ld - PF 154
Référence du dossier: 261-1/11.001
Dossier traité par: Christophe Debons
Cointrin, le 22 mai 2013

OFFICE DE L'URBANISME
Pièce reçue le
31 MAI 2013
SEC
AUT

URBAI
le
MAI 2013

RECTIC
ONSTR

Genève Aéroport (GA) Projet de construction d'un nouveau terminal « aile_EST »

Mesdames, Messieurs,

Après consultation du dossier et sous réserve des préavis de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC), du Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO) et de l'Office cantonal de l'inspection et des relations du travail (OCIRT), nous constatons que ce projet correspond aux exigences en matière de locaux de contrôle de deuxième ligne.

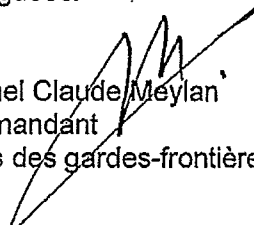
Nous émettons cependant les remarques suivantes :

- l'emplacement des guérites automatiques doit être modifié car il ne permet pas une supervision des contrôles. Nous proposons que ces dernières soient, par exemple, situées devant les guérites « manuelles » ;
- le tunnel reliant le Sat40 et le Sat30 devrait être en exploitation lors de la mise en service de l'Aile_EST, afin que les guérites actuelles du secteur « Trompettes » soient supprimées ;
- le nombre de guérites doit être diminué car le Cgfr, avec un effectif de 355 agents pour l'ensemble de la région genevoise, ne peut pas occuper les 20 guérites prévues, même durant les seules heures de pointes ;
- une solution architecturale doit être étudiée afin que le transport des personnes en 2^{ème} ligne de contrôle s'effectue en sécurité et avec une certaine discrétion ;

Commandement Région gardes-frontière VI
Av. Louis-Casaï 84, 1216 Cointrin
Adresse postale: Case postale, 1211 Genève 28
Tél. +41 22 979 19 19, Fax +41 22 979 19 18
centrale.region6-cdmt@ezv.admin.ch
www.gwk.admin.ch

- le nombre de locaux et les surfaces nécessaires correspondent aux besoins du Cgfr, mais quelques modifications d'aménagement doivent être effectuées selon les propositions déjà discutées avec les responsables du projet.

Nous vous prions de croire, Mesdames, Messieurs, à l'assurance de notre considération distinguées.


Colonel Claude Meylan
Commandant
Corps des gardes-frontière



DU - reçu le
10 JUIN 2013

B.M.G AVOCATS
PIECE N° 7C

D.U.
Office de l'Urbanisme
Direction des Autorisations de Construire
Case postale 22
1211 Genève 8

N/réf : 4.49 CMB/lm

Le Grand-Saconnex, le 6 juin 2013

**Aéroport International de Genève (AIG) – projet de construction d'un nouveau terminal
« Aile Est » - Grand-Saconnex**

Monsieur,

Nous faisons suite à l'enquête publique relative à l'objet cité en titre.

Par la présente, nous avons l'avantage de vous informer que le Conseil administratif, dans sa séance, a donné un préavis favorable à cette opération.

En vous souhaitant bonne réception de ces lignes, nous vous prions d'agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.

OFFICE DE L'URBANISME			
01		11.1	15.1
10		12.1	15.2
11		12.2	15.3
12			15.4
13		10 JUIN 2013	15.5
14			15.6
15		14.1	16.1
16		14.2	16.2
17			17.1
REST	✓	<i>BU</i>	17.2
			17.3


Jean-Marc COMTE
Conseiller administratif

Annexe : dossier en retour



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

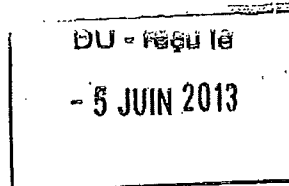
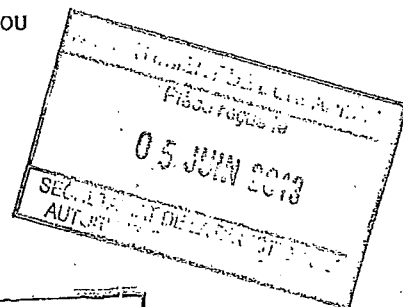
Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral des routes OFROU

B.M.G AVOCATS
PIECE N° 70

CH-1470 Estavayer-le-Lac, OFROU

REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
DAC
Office de l'urbanisme - Autorisations de
construire
Rue David-Dufour 1
1211 Genève 8



Votre réf. :
Notre réf. : M232-0584/PC01/13/043 Dem.
Collaborateur/trice : Michel Devaud
Estavayer-le-Lac, le 4 juin 2013

N 01 - République et canton de Genève / Département de l'urbanisme - Aéroport international de Genève (AIG) - Demande définitive autorisation de construire - Projet de construction d'un nouveau terminal "Aile Est" - Sur parcelle 2256 - Commune de Grand-Saconnex

COMPLÉMENT AU DOSSIER

Prise de position de l'Office fédéral des routes (OFROU)

Mesdames, Messieurs,

Nous accusons réception des plans versés au dossier susmentionné « COMPLÉMENT AU DOSSIER » adressé le 23 mai 2013, complément parvenu à l'OFROU filiale d'Estavayer-le-Lac le 24 mai 2013, concernant le projet de construction d'un nouveau terminal pour l'aéroport international de Genève. Nous avons examiné avec attention ce « complément au dossier requis par l'Institut Fédéral des Pipelines », nous constatons que la construction projetée ne touche pas le domaine des routes nationales et se situe hors des alignements.

Ainsi, par rapport à notre prise de position initiale du 22 mai 2013, nous n'avons pas de remarques particulières complémentaires à ajouter et formulons un **préavis positif**.

En vous remerciant de prendre note de ce qui précède, nous vous présentons, Mesdames, Messieurs, l'assurance de notre considération distinguée.

Office fédéral des routes OFROU
Michel Devaud
Place de la gare 7, 1470 Estavayer-le-Lac
Tél. +41 26 664 87 15, Fax +41 26 664 87 90
michel.devaud@astra.admin.ch
www.astra.admin.ch

M232-0584

Division Infrastructure routière
Filiale Estavayer-le-Lac



Michel Devaud
Support
Spécialiste technique Police des constructions

Annexe(s) : dossier en retour

Copie à : Unité territoriale II (UT II), Service des routes, Place de la Riponne 10, 1014 Lausanne



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral des routes OFROU

CH-1470 Estavayer-le-Lac, OFROU

Reçu le
23 MAI 2013

REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
DAC

Office de l'urbanisme - Autorisations de
construire

Rue David-Dufour 1
1211 Genève 8

Votre réf. :

Notre réf. : M213-0066/PC01/13/043 Dem
Collaborateur/trice : Michel Devaud
Estavayer-le-Lac, le 22 mai 2013

OFFICE DE L'URBANISME			
01		11.1	15.1
10		12.1	15.2
11		12.2	15.3
12			15.4
13			15.5
14			15.6
15		14.1	16.1
16		14.2	16.2
17			17.1
			17.2
			17.3

N 01 - République et canton de Genève / Département de l'urbanisme - Aéroport international de Genève (AIG) - Demande définitive autorisation de construire - Projet de construction d'un nouveau terminal "Aile Est" - Sur parcelle 2256 - Commune de Grand-Saconnex

Prise de position de l'Office fédéral des routes (OFROU)

Mesdames, Messieurs,

Vu les plans versés au dossier susmentionné, adressé à l'OFROU filiale d'Estavayer-le-Lac, concernant le projet de construction d'un nouveau terminal pour l'aéroport international de Genève, nous constatons que la construction projetée ne touche pas le domaine des routes nationales et se situe hors des alignements.

S'agissant de la demande de permis précitée et conformément aux plans y relatifs, nous n'avons pas de remarques particulières et formulons un **préavis positif**.

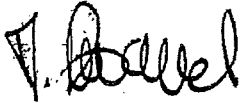
Cependant, nous attirons l'attention du Requérant que ce dernier est conscient des émissions de bruit existantes et ne pourra pas s'en prévaloir dans le secteur pour solliciter à l'avenir une mesure d'assainissement quelconque de la part de l'OFROU pour convenir aux exigences de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986 (État au 1^{er} juillet 2008).

Par ailleurs, nous rendons attentif le Requérant aux art. de lois régissant la publicité en bordure des routes nationales (OSR chap. 13 art. 95 à 99) qui précisent que les réclames routières sont interdites aux abords des autoroutes et des semi-autoroutes. Selon l'art. 98 al 2 OSR, seule une enseigne d'entreprise dans chaque sens de circulation est autorisée. Dans ce sens une demande formelle doit être déposée auprès de l'OFROU qui est seul habilité à délivrer une autorisation.

Office fédéral des routes OFROU
Michel Devaud
Place de la gare 7, 1470 Estavayer-le-Lac
Tél. +41 26 664 87 15, Fax +41 26 664 87 90
michel.devaud@astra.admin.ch
www.astra.admin.ch

En vous remerciant de prendre note de ce qui précède, nous vous présentons, Mesdames, Messieurs, l'assurance de notre considération distinguée.

Division Infrastructure routière
Filiale Estavayer-le-Lac



Michel Devaud
Support
Spécialiste technique Police des constructions

Annexe(s) : dossier en retour

Copie à : Unité territoriale II (UT II), Service des routes, Place de la Riponne 10, 1014 Lausanne



DÉPARTEMENT DE L'URBANISME
DIRECTION DES AUTORISATIONS DE CONSTRUIRE

B.M.G AVOCATS PIECE N° 7E
DEPARTEMENT DE L'URBANISME Pièce reçue le
21 JUN 2013
SECRETARIAT DE LA DIRECTION DES AUTORISATIONS DE CONSTRUIRE

DOSSIER D'APPROBATION DE PLANS D'ADAPTATION DE L'AÉROGARE

Terminal aéroportuaire aile EST- gros porteurs

PREAVIS POLICE DU FEU

Plans (Votre réf.): RBI classeurs de I à XII du 24.04.2013 + complément au dossier du 14 mai 2013 requis par l'institut Federal des Pipelines.

Retour dossier pour AMS: oui

Nota Bene: le concept de protection incendie établi par Swissi SA en date du 18.04.2013, doit être consolidé par une analyse de risque comportant un scénario impliquant l'incendie d'un avion stationné à proximité du bâtiment en cours de ravitaillement. On retrouvera entre autre dans ce document, l'occurrence du risque, l'organisation des secours et les différents scénarii possible pour la mise en sécurité du personnel et des voyageurs. Le fait qu'il n'y ait pas des statistiques en Europe traitant de cette problématique ne vous dispense pas de réaliser cette analyse. La responsabilité d'effectuer cette analyse et d'en tirer les conséquences, incombe à l'aéroport de Genève. En outre, la police du feu du canton de Genève, prend acte que les véhicules fonctionnant au GPL et au méthane seront interdits sous le bâtiment du terminal, ainsi que tout transport de produits inflammables ou dangereux (cf. point 4.1.5).

Pour autant qu'à la suite des résultats de l'analyse de risque le concept de sécurité incendie se voit confirmé, **la police du feu émet un préavis favorable sous les conditions suivantes:**

1. Les mesures définies dans le concept de sécurité incendie établi par Swissi SA, en date du 18.04.2012, devront être respectées. Pour le surplus, les prescriptions de l'AEAI seront appliquées, de même que les conditions ci-dessous. Toute modification du projet fera l'objet d'une adaptation du concept précité.
2. Les installations d'extraction de fumée et de chaleur seront conçues et réalisées par un bureau d'ingénieur ou une entreprise, spécialisé en sécurité incendie. Ils en garantiront le résultat qui devra être confirmés par des essais de désenfumage.
3. Installer également (voir chapitre 4.2.6 du concept), une alarme interne permettant d'ordonner l'évacuation des occupants, conformément à la Directive N° 2 du F 4 05.01.
4. Les sorties de secours devront s'ouvrir dans le sens de la fuite et être équipées de moyens d'ouvertures conformément aux prescriptions de protection incendie.
5. Les capteurs photovoltaïques seront équipés d'un moyen de coupure *ad hoc* pour garantir la sécurité des intervenants en cas d'incendie.
6. Les sièges des zones d'attente des passagers (point 4.1.7 du concept), seront réalisés en matériaux incombustibles et revêtus avec une quantité limitée de matériaux combustibles qui auront un indice incendie 5.2.
7. Toutes les dispositions seront prises pour assurer la prévention et la lutte contre les incendies sur le chantier, conformément à l'article 72 de la Norme et de la Directive n° 11-03 "Prévention incendie, sécurité dans les exploitations et sur les chantiers" (AEAI). Au besoin, prendre contact à ce sujet avec le Service de l'inspection des chantiers.
8. La police du feu sera informée au minimum 15 jours avant la mise en exploitation des locaux à des fins d'inspection.

18 juin 2013

Enrico Calabrese
Inspecteur



DIME - SEIE
Ch. de la Gravière 6
1227 Les Acacias

Direction générale de l'office de
l'urbanisme
Autorisations de construire
DU
5, rue David-Dufour
1205 Genève

N/réf. : AM/WV - AIG Aile Est - RIE

Genève, le 23 août 2013

PREAVIS ENVIRONNEMENTAL ET TECHNIQUE

Concerne : AIG - Demande d'approbation des plans pour la construction de l'Aile Est.
24.04.2013
Rapport d'impact sur l'environnement - Ecöscan SA - 22 avril 2013.
Complément au RIE - AIG - 31 juillet 2013.

1. MANDAT

En date du 16 août 2011, l'office de l'urbanisme (OU) du département des constructions et technologies de l'information nous a remis, pour évaluation, le document suivant :

- le rapport d'enquête préliminaire (REP) et le cahier des charges pour le rapport d'impact sur l'environnement réalisés par Ecöscan SA - Juillet 2011.

Ces derniers ont fait l'objet d'un préavis du SEIE daté du 7 septembre 2011.

Puis, en date du 8 mai 2013, ce même office nous a remis, pour évaluation :

- la demande d'approbation des plans d'un nouveau terminal nommé Aile Est,
- le rapport d'impact sur l'environnement (RIE) y relatif, daté d'avril 2013.

Ce RIE a fait l'objet d'une demande de complément du SEIE, datée du 8 juillet 2013.

Suite à cela, en date du 5 août 2013, l'OU nous a remis, pour évaluation :

- le complément au RIE, daté du 31 juillet 2013.

Le REP, le RIE et son complément ont été évalués par la direction générale de l'eau (DGEau), la direction générale de la mobilité (DGM), la direction générale de la nature et du paysage (DGNP), la direction générale de l'environnement (DGE) et l'office de l'énergie (OCEN).

2. CADRE JURIDIQUE

L'ouvrage concerné constitue une installation d'aérodrome au sens de l'art. 2 de l'Ordonnance sur l'infrastructure aéronautique (OSIA; RS 748.131.1) et les dispositions déterminantes de la loi sur l'aviation (LA; RS 748.0).

L'OFAC s'est déterminé sur l'application de la procédure ordinaire d'approbation des plans au sens de l'art. 37 LA. Au vu des travaux conséquents, l'OFAC a décidé que le projet devait être soumis à l'étude d'impact sur l'environnement. L'OFAC sollicite ainsi l'avis du canton de Genève sur ce projet accompagné d'un RIE.

3. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet d'aile est de l'aéroport de Genève vise la construction de nouvelles salles d'embarquement ainsi que d'un bâtiment permettant d'assurer le transfert des passagers.

4. EVALUATION DU RIE ET DE SON COMPLÉMENT, RELATIF A LA DEMANDE D'APPROBATION DES PLANS

Données de base concernant le trafic

1. L'Aile Est renforcera l'attractivité de l'AIG qui connaît depuis plusieurs années une progression importante (de l'ordre de 5% en fréquentation). Les efforts en matière de report modal et d'usage rationalisé des véhicules individuels doivent être poursuivis. Ces efforts doivent s'inscrire dans la volonté de restructuration des mobilités du secteur.
2. La piste cyclable déplacée pendant la phase de chantier devra conserver son niveau de service actuel. Elle ne devra pas être entravée ou entrer en conflit avec les circulations liées au chantier.
3. L'accessibilité à la route de l'Aéroport devra rester identique à l'état actuel. Toute mesure circulatoire impactant le domaine public en phase chantier devra être dûment approuvée par la DGM.
4. La circulation dans le secteur devra faire l'objet d'une attention particulière, tant pour l'approvisionnement du chantier que pour la circulation des hommes et du matériel.

Utilisation rationnelle de l'énergie

5. Toute modification des performances globales prévues par ce projet doit faire l'objet d'une mise à jour soumise à validation par l'OCEN, notamment en cas de modification de la variante optimale retenue (la production de chaleur et de froid basée sur la géothermie et la production d'électricité par des panneaux photovoltaïques).
6. Toutes les mesures architecturales et techniques doivent être prises afin d'assurer le confort estival du bâtiment, et ce, en priorité au recours à des systèmes à compression ou à un réseau thermique (voir norme SIA 382/1, notamment en ce qui concerne les protections solaires selon le taux de vitrage et l'orientation des façades, l'inertie thermique, l'optimisation de la ventilation diurne et nocturne, la maîtrise des charges internes et les niveaux de température de départ du fluide de refroidissement).
7. Les systèmes ne nécessitant pas le recours à des systèmes à compression ou à des réseaux thermiques doivent être en premier lieu exploités (freecooling, géocooling).
8. Toutes les mesures conservatoires nécessaires au niveau de l'organisation hydraulique doivent être prises afin de permettre :
 - o le raccordement ultérieur sur un réseau thermique,
 - o la valorisation de la totalité des rejets de chaleur à l'interne ou par des tiers utilisateurs des installations de rafraîchissement/climatisation éventuellement à venir.
9. Une requête en autorisation de climatisation doit être déposée ultérieurement auprès du département de l'urbanisme, pour autant que la preuve soit apportée qu'une variante de rafraîchissement exclusivement sans recours à la compression n'est pas faisable. L'autorisation de climatisation doit être obtenue au minimum 30 jours avant le début des travaux le cas échéant.
10. Un concept de mesure et de suivi mensuels des consommations d'électricité et de chaleur (notamment la mesure de la consommation d'électricité des pompes à chaleur et des monoblocs de ventilation et de la production des panneaux solaires photovoltaïques) doit être mis en place. Les données doivent être archivées et tenues à la disposition du département de la sécurité (L 2 30 01 Art. 13 al. 7).

Protection contre le bruit

11. Le respect de l'ORNI devra être garanti pour les nouveaux LUS (identifiés par le mandataire). L'étude prévue (ID 324) permettra de s'assurer du respect des valeurs limites de l'installation.

Eaux de surfaces et évacuation des eaux

12. Dès l'ouverture du chantier, respecter en tout temps la directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier, d'après la recommandation SIA/VSA 431, et téléchargeable ici :

http://etat.geneve.ch/dt/eau/a_votre_service-directives_direction_generale_eau-1860.html

- 13.** Les installations doivent garantir en tout temps les principes de la prévention, de la détection facile et de la rétention des fuites conformément aux règles de la technique.

En ce qui concerne les trois réservoirs de diesel en cave de 2 X 25 m³ et de 3 m³, les conditions suivantes sont rappelées au requérant :

- o Les règles de la technique reconnues par les services cantonaux et les associations professionnelles (cf. annexes).
- o Les directives et les fiches techniques de la CCE en particulier les directives "Mesures de protection pour installations d'entreposage et places de transvasement", "Conduites des installations d'entreposage" et "Dispositifs des installations d'entreposage" ainsi que les fiches M3, L1 et L2 (cf. annexes).
- o Les documents et informations complémentaires transmis au SECOE par M. Eddy Dijkhuizen dans ses courriels du 30 mai et 8 juin 2013 font partie intégrante du dossier.
- o Toutes les attestations et procès-verbaux d'examen prévus devront être adressés à :
M. Gerardo Branca,
DIME, Direction générale de l'eau,
Service de l'écologie de l'eau,
secteur inspection,
Ch. de la Verseuse n° 17
CP 54, 1219 Aire

avant la mise en service des installations, en particulier les procès-verbaux d'examen des réservoirs, l'attestation relative à l'étanchéité des conduites, les procès-verbaux de mise en service des appareillages de détection des fuites des conduites ainsi que les procès-verbaux des sondes détectrices de liquides et d'alarme (bac pompes de transfert, local groupes électrogènes, bac de rétention et niveau bas et haut du réservoir journalier, etc.).

- o Si l'installation citée en référence remplace un ancien réservoir, celui-ci devra être mis hors service par une entreprise spécialisée et une copie du rapport de mise hors service devra être adressé à M. Gerardo Branca (DIME, Direction générale de l'eau, Service de l'écologie de l'eau, secteur inspection, Ch. de la Verseuse n° 17, CP 54, 1219 Aire)

- 14.** Les directives, des fiches techniques et des notices relatives aux installations d'entreposage de produits pouvant polluer les eaux éditées par la conférence des chefs de service et d'offices de la protection de l'environnement de Suisse (CCE) peuvent être consultées et téléchargées sur le site de la CCE à l'adresse www.kvu.ch rubrique "stockage de liquide - classeur exécution citerne n°2" ou sur le site Citernes à l'adresse www.tankportal.ch.

- 15.** La liste des entreprises spécialisées peut être consultée sur le site de l'association suisse pour la protection des eaux et la sécurité des citernes à l'adresse www.citec-suisse.ch.

16. Lors du stockage de récipients (entre 20 et 450 l. par récipient) de produit pouvant altérer les eaux de classe A ou B, ces derniers devront être placés dans des ouvrages de protection ayant une capacité de rétention suffisante pour permettre la détection des fuites (cf. fiches G1 et G2, téléchargeables ici : http://etat.geneve.ch/dt/eau/a_votre_service-directives_direction_generale_eau-1860.html).
17. Aucun lavage ou entretien de véhicules ou machines pouvant générer des rejets d'eaux résiduaires non conformes aux exigences générales légales ne sera effectué sans installation conforme et sans autorisation préalable du département de l'intérieur et de la mobilité.
18. Le montant de la taxe d'écoulement : Commune du Grand-Saconnex / 06081200.20109201.23, s'élève à 10'500CHF. L'intégralité de la taxe d'écoulement doit être payée dans les trente jours qui suivent la réception de la facture.
19. Les canalisations d'évacuation des eaux polluées et non polluées des bâtiments existants et à construire seront exécutées en système séparatif et raccordées aux collecteurs privés existants du périmètre de l'AIG.
20. Les eaux polluées seront écoulees gravitairement au collecteur approprié du système d'assainissement des eaux susvisé. Seules les eaux polluées du sous-sol transiteront éventuellement par une installation de pompage et seront relevées mécaniquement.
A cet effet, cette installation de relevage des eaux polluées devra être conçue selon les prescriptions de la norme Suisse SN 592'000-2002.
21. Les réseaux de canalisations d'eaux polluées et non polluées seront totalement indépendants l'un de l'autre (regards de visite et d'entretien distincts).
22. Préalablement au branchement des canalisations d'eaux polluées et non polluées, le requérant, respectivement son mandataire, sera tenu de vérifier l'état, le bon fonctionnement et la capacité hydraulique des équipements privés susmentionnés jusqu'aux équipements publics. Le cas échéant, les travaux de réfection, d'adaptation, voire de reconstruction seront entrepris dans le cadre de ceux faisant l'objet de la présente requête, d'entente avec le service de la planification de l'eau.
23. Le cadastre du réseau d'assainissement des eaux sera mis à jour à la fin des travaux, ainsi que le catalogue des cheminées.

Déchets et substances dangereuses pour l'environnement, sites contaminés

24. Les exutoires pour les déchets de chantier qui seront proposés par l'entreprise devront être validés par l'AIG.

Protection de la flore, de la faune et des biotopes

25. Les abattages d'arbres des projets connexes (cf. annexe 37, arbres à abattre) devront être compensés.

Autres domaines

Parmi l'ensemble des domaines de l'environnement figurant dans le manuel EIE de la Confédération, les domaines suivants n'appellent pas de demandes particulières, du fait qu'ils ont été traités de manière satisfaisante ou qu'ils sont sans objet dans le cadre de ce projet : *protection de l'air et du climat, bruit solidaire propagé, sols, prévention des accidents majeurs et protection contre les catastrophes, eaux souterraines, forêts, paysage et sites, organismes dangereux pour l'environnement, monuments historiques et sites archéologiques.*

5. SUIVI DE LA PROCEDURE

Les documents suivants devront être transmis aux services concernés dans les délais indiqués :

AU MAXIMUM 90 JOURS APRÈS LA DÉCISION D'APPROBATION DES PLANS PAR LE DETEC

à l'OCEN

26. L'analyse de la faisabilité et de la rentabilité de la variante de rafraîchissement sans recours à la compression (sauf éventuellement pour du secours ou des épisodes météorologiques exceptionnels selon discussion en séance du 11 janvier 2013).

En effet, le projet prévoit une installation de climatisation de confort pour les zones destinées aux passagers basée sur du géocooling (81% de la demande), avec un appoint par des PAC réversibles.

27. Confirmation de la réalisation de la variante optimale pour autant que son coût global sur la durée de vie des installations ne soit pas disproportionné.

AU MINIMUM 30 JOURS OUVRABLES AVANT TOUTE INTERVENTION SUR LA (LES) PARCELLE(S) CONCERNÉE(S)

à l'OCEN

28. La preuve que le bâtiment est équipé en capteurs solaires thermiques permettant de couvrir au moins 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'eau chaude sanitaire ou toute variante reconnue équivalente.

29. La preuve du respects des exigences légales en cas de dérogation au point ci-dessus (soit l'équipement des bâtiments en capteurs solaires thermiques permettant de couvrir au moins 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'eau chaude sanitaire). Cette dérogation est notamment possible lorsqu'une quantité équivalente d'énergie est produite par la valorisation de chaleur sur l'air avec une pompe à chaleur présentant un coefficient de performance répondant aux exigences légales ou lorsque les besoins en eau chaude sanitaire sont faibles (cf. L 2 30.01 Art. 12P).
30. La preuve calculée du respect d'un standard de haute performance énergétique (le cas échéant, le label Minergie provisoire ® constitue une preuve).
31. Le justificatif de conformité de l'enveloppe thermique du bâtiment.
32. L'autorisation de climatisation délivrée par l'OCEN le cas échéant.
33. Le justificatif de conformité à la norme SIA 380/4 (valeur limite) pour les installations de ventilation/climatisation et éclairage. A noter que les valeurs cible sont à respecter lorsque le standard de haute performance énergétique n'est pas prouvé par le label Minergie provisoire ®.
34. Le calcul de l'indice de dépense de chaleur admissible.

AU MINIMUM 20 JOURS OUVRABLES AVANT TOUTE INTERVENTION SUR LA (LES) PARCELLE(S) CONCERNEE(S)

à la DGEau

35. Le formulaire "*Installation de traitement et directives techniques*" accompagné des annexes exigées. Ces documents devront être transmis en 2 exemplaires à: Monsieur Claude Auberson, DIME, Direction générale de l'eau, Service de l'écologie de l'eau, secteur inspection, Ch. de la Verseuse n° 17, CP 54, 1219 Aïre.
Attention : L'ouverture du chantier sera, entre autres, subordonnée à l'approbation des documents susmentionnés par le service de l'écologie de l'eau (SECOE).
36. Les plans complets des installations de traitement des eaux de chantier, avec leurs caractéristiques techniques et leurs bases de dimensionnement.
Ces documents devront être transmis en 2 exemplaires à: Monsieur Claude Auberson, DIME, Direction générale de l'eau, Service de l'écologie de l'eau, secteur inspection, Ch. de la Verseuse n° 17, CP 54, 1219 Aïre.
Attention : L'ouverture du chantier sera, entre autres, subordonnée à l'approbation des documents susmentionnés par le service de l'écologie de l'eau (SECOE).

37. Le schéma de principe de l'installation précisant le mode de sécurisation du réservoir, des pompes de transfert, des conduites de produit et des groupes électrogènes (conduites double paroi, appareillage de détection des fuites, bacs de rétention ou revêtement d'étanchéité pour les locaux, sondes détectrices de liquides, etc.).

Ces documents devront être transmis en 2 exemplaires à : Monsieur Claude Auberson, DIME, Direction générale de l'eau, Service de l'écologie de l'eau, secteur inspection, Ch. de la Verseuse n° 17, CP 54, 1219 Aïre.

AU MINIMUM 10 JOURS OUVRABLES AVANT TOUTE INTERVENTION SUR LA (LES) PARCELLE(S) CONCERNEE(S)

à la DGEau

38. Une invitation au rendez-vous de police pour l'ouverture du chantier à claude.auberson@etat.ge.ch (à effectuer par le requérant ou son mandataire).

L'ouverture du chantier sera, entre autres, subordonnée à la convocation du service de l'écologie de l'eau (SECOE) au "Rendez-vous de police".

au GESDEC (secteur déchets)

39. Le plan de gestion des déchets (avec copie au SEIE) et le rapport d'investigation complémentaire (mentionné en page 8 du plan de gestion selon SIA 430, version 16 juillet 2013).

DURANT LA PHASE DE CHANTIER

à la DGEau

40. Un rapport bimestriel établi par le SER, comprenant :

- Les rapports d'analyses effectuées hebdomadairement sur les évacuations des eaux claires et usées.
- Le récapitulatif sur les volumes d'eaux évacués dans les canalisations d'eaux claires et usées.
- Les moyens mis en place afin de garantir une évacuation conforme à la directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la recommandation SIA/SA 431).
- Un plan du réseau de canalisation avec une numérotation des regards.
- Les problèmes rencontrés ainsi que les solutions apportées.

Ce rapport bimestriel doit être adressé au plus tard le vendredi qui suit un week-end plein du mois à l'adresse suivante : Monsieur Claude Auberson, DIME, Direction générale de l'eau, Service de l'écologie de l'eau, secteur inspection, Ch. de la Verseuse n° 17, CP 54, 1219 Aïre.

41. Le procès-verbal de contrôle hebdomadaire de la qualité de l'évacuation des eaux de chantier faxé chaque semaine à Monsieur Claude Auberson au numéro suivant: 022.388.64.01.

AU MINIMUM 20 JOURS OUVRABLES AVANT LA PREMIÈRE OCCUPATION OU UTILISATION DES BÂTIMENTS ET INSTALLATIONS CONSTRUITS DANS LE CADRE DE CETTE AUTORISATION

à la DGEau

42. L'attestation de curage et de nettoyage final des systèmes d'assainissements privés et publics, établie par l'entreprise mandatée pour ces travaux.

Ce document devra être transmis en 1 exemplaire à : Monsieur Claude Auberson, DIME, Direction générale de l'eau, Service de l'écologie de l'eau, secteur inspection, Ch. de la Verseuse n° 17, CP 54, 1219 Aïre.

43. Les plans conformes à l'exécution, établis par un ingénieur-géomètre officiel, des installations d'évacuation des eaux polluées et non polluées réalisées jusqu'aux points de déversement au système public d'assainissement des eaux, avec indication des canalisations intérieures et extérieures, des niveaux et des diamètres, des regards ainsi que des éventuels pompes et ouvrages de gestion des eaux non polluées.

44. L'attestation de la commune confirmant que la mise à jour du cadastre du réseau d'assainissement des eaux (CRAE) a été effectuée ou est en cours de réalisation.

45. Si nécessaire : copie du contrat d'entretien des installations de relevage des eaux par une entreprise spécialisée.

Les documents des points 43, 44 et 45 devront être transmis en 1 exemplaire à : Monsieur Georges Clavien, DIME, Direction générale de l'eau, Service de la planification de l'eau, secteur coordination et préavis, rue Davis-Dufour 1, CP 206, 1211 Genève 8. Il est possible de transmettre ces documents par courriel à l'adresse suivante: georges.clavien@etat.ge.ch.

6. CONCLUSION

Le rapport d'impact sur l'environnement et son complément sont de bonne facture.

Sous réserve de la mise en œuvre, par le requérant, la commune ou le canton, des mesures de protection de l'environnement spécifiques définies dans les documents transmis et le présent préavis et du respect des conditions mentionnées au chapitre 4 ci-dessus, le projet est conforme à la législation environnementale et le préavis du SEIE est

FAVORABLE à l'approbation des plans.

Les exigences contenues dans le RIE et dans le présent préavis devront impérativement être respectées et mises en place.

Finalement, le SEIE souhaite qu'une copie de la décision lui soit transmise dès sa délivrance.

Notre service se tient à la disposition du requérant et du bureau mandaté pour toute information supplémentaire.



Walter Vetterli
Directeur

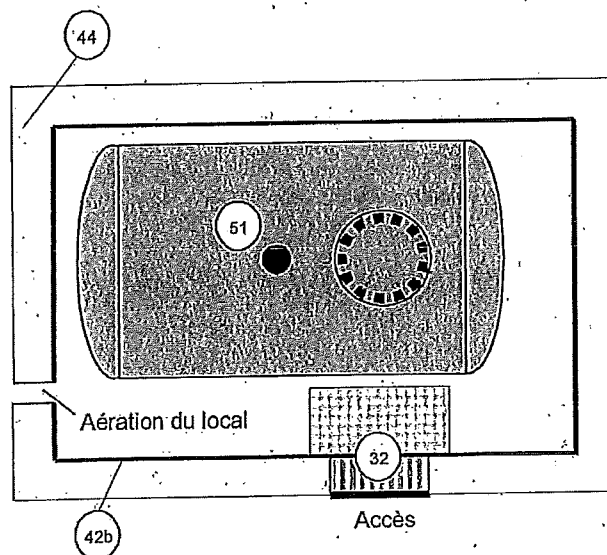
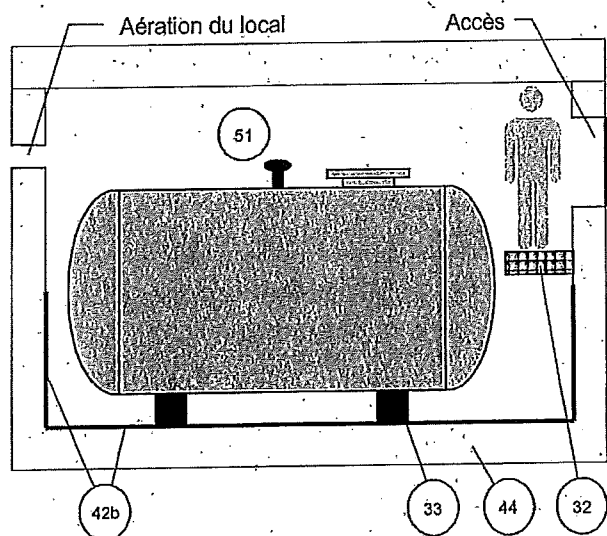
Annexes :

- Fiches M3, L1 et L2,
- Formulaire "Traitement des eaux de chantier"
- 1 exemplaire du pv de contrôle hebdomadaire de la qualité de l'évacuation des eaux de chantier
- Directives "Mesures de protection pour installations d'entreposage et places de transvasement", "Conduites des installations d'entreposage", "Dispositifs des installations d'entreposage"

RÉSERVOIR DE MOYENNE GRANDEUR; NON ENTERRÉ

- horizontal, cylindrique
- dans un ouvrage de protection en béton

Les figures ci-dessous ne sont pas des plans mais de simples illustrations schématiques du texte qu'elles accompagnent.



1 - Champ d'application

- 11 La présente fiche technique s'applique aux réservoirs cylindriques de moyenne grandeur non enterrés servant à l'entreposage d'huile de chauffage ou d'huile diesel, placés dans un ouvrage de protection en béton, à l'intérieur d'un bâtiment situé en zone S3 ou en dehors des zones et périmètres de protection des eaux souterraines.
- 12 Les dispositions suivantes se fondent sur la LEau¹ et l'OEau² et correspondent à l'état de la technique.
- 13 Les exigences des autres domaines de protection sont réservées.

2 Principes

- 21 L'ouvrage de protection doit avoir une capacité de 100 % du volume utile du réservoir ("Détection facile et rétention totale").
- 22 En zone S3, le volume utile total ne doit pas dépasser 30 m³ par ouvrage de protection. Les ouvrages de protection en béton seront rendus étanches au moyen d'un revêtement.

3 Réservoir

- 31 L'espace entre le réservoir et l'ouvrage de protection doit être praticable sur au moins deux côtés adjacents (praticable = environ 50 cm). L'espace sur les deux autres côtés est normalement de 15 cm.
- 32 L'installation doit être aménagée en sorte que le réservoir puisse être soulevé pour d'éventuelles réparations. Le réservoir sera d'accès commode (par ex. plate-forme).
- 33 Le réservoir cylindrique en acier doit reposer sur des supports qui en épousent la forme.

4 Ouvrage de protection

- 41 Les normes SIA 262 et SN EN 206-1 sont déterminantes pour la construction de l'ouvrage de protection en béton.
- 42 Les ouvrages de protection en béton peuvent être réalisés avec ou sans revêtement d'étanchéité. La démonstration de l'étanchéité se fait comme suit:
[a] ouvrage sans revêtement: épreuve à l'eau ou contrôle de conformité;
[b] ouvrage avec revêtement: inspection des raccords et de l'absence de pores.
- 43 L'ouvrage doit être dimensionné de manière à ce que d'éventuelles déformations (flUAGE, retrait etc.) n'affectent pas l'étanchéité.
- 44 Le fond et les murs des bâtiments existants peuvent être utilisés pour l'ouvrage de protection à condition qu'ils soient en béton et qu'ils supportent les sollicitations prévisibles. Ils doivent être rendus étanches au moyen d'un revêtement.

5 Appareillages

- 51 Le réservoir doit être équipé d'un dispositif garantissant qu'en cas de débordement l'huile se déverse dans l'ouvrage de protection.
- 52 La sonde d'un limiteur de remplissage doit être montée à proximité de la conduite compensatrice de pression.
- 53 La prise de la sonde d'un limiteur de remplissage doit être installée à proximité de l'orifice de remplissage correspondant.

6 Conduites

- 61 Voir **fiche technique L1** ou **fiche technique L2**

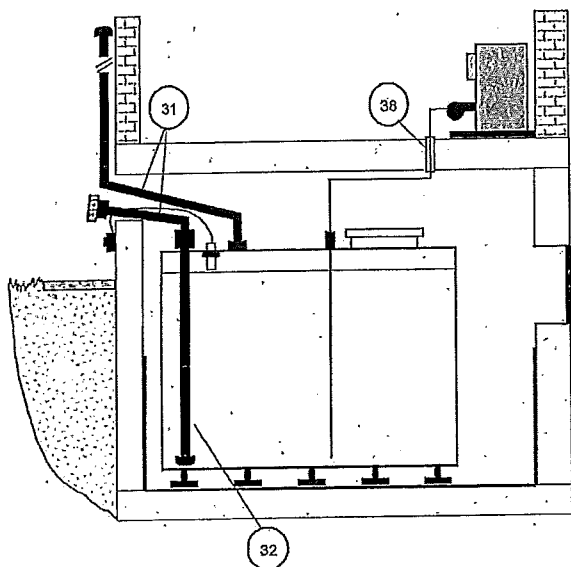
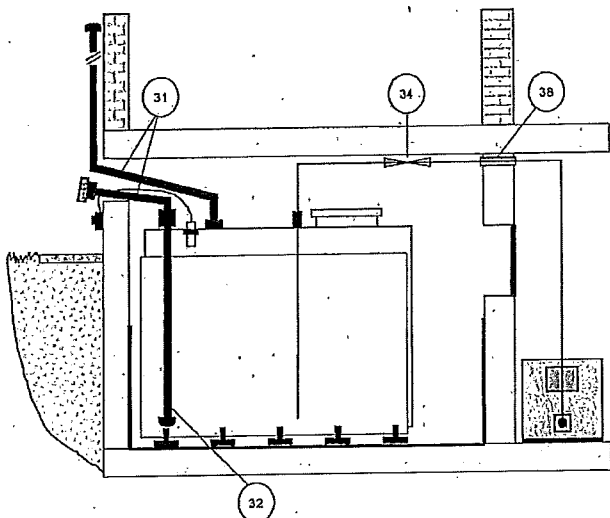
¹ Loi du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux

² Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux

CONDUITES

- dans les bâtiments apparentes (non enterrées)
- pour l'huile de chauffage ou l'huile diesel

Les figures ci-dessous ne sont pas des plans mais de simples illustrations schématiques du texte qu'elles accompagnent.



1 Champ d'application

- 11 La présente fiche technique s'applique aux conduites apparentes (non enterrées) des installations d'entreposage d'huile de chauffage ou d'huile diesel, à l'intérieur d'un bâtiment situé en zone S3 ou en dehors des zones et périmètres de protection des eaux souterraines.
- 12 Les dispositions suivantes se fondent sur la LEaux¹ et l'OEaux² et correspondent à l'état de la technique.
- 13 Les exigences des autres domaines de protection sont réservées.

2 Principes

- 21 Les conduites non enterrées doivent être installées de manière à ce que les fuites soient facilement détectées.
- 22 Les conduites dans la zone S3 ainsi que celles qui ne sont pas soumises à une surveillance quotidienne doivent être installées de façon à ce que les fuites éventuelles soient facilement détectées et retenues. En cas de fuite de la conduite, le liquide doit s'écouler soit:
 - [a] dans le réservoir (conduite utilisée en aspiration avec déclivité en direction du réservoir); ou
 - [b] dans un dispositif de rétention (par ex. bassin de rétention).
- 23 En zone S3, l'orifice de remplissage doit être installé de manière à ce que les fuites de liquide éventuelles soient collectées et qu'elles s'écoulent dans l'ouvrage de protection.

3 Exigences

- 31 La conduite compensatrice de pression et celle de remplissage doivent être en pente en direction du réservoir.
- 32 La conduite de remplissage doit être prolongée jusqu'au fond du réservoir.
- 33 Il faut éviter les conduites de retour.
- 34 Les conduites dont un tronçon est installé en dessous du niveau maximum dans le réservoir doivent être assurées contre le siphonnage par une vanne à dépression ou magnétique placée plus haut que le sommet du réservoir. Il faut installer une vanne magnétique lorsque la différence de niveau entre le point le plus haut et celui le plus bas de la conduite dépasse 3 m.
- 35 La commande de la vanne magnétique se fait par l'appareil consommateur (brûleur). La vanne doit être fermée durant l'arrêt de l'appareil consommateur (fermeture en l'absence de courant).
- 36 Les pompes ne seront en service que durant le temps nécessaire au transport du liquide. Elles se déclencheront automatiquement en cas d'alarme.
- 37 Installations à réservoirs ou consommateurs (brûleurs) multiples:
 - [a] les conduites seront installées de manière à exclure tout faux branchement (danger de surremplissage);
 - [b] le niveau de remplissage de chaque réservoir ou la position extrême des vannes doivent être contrôlés;
 - [c] l'intercepteur de remplissage doit nécessairement être connecté au réservoir à remplir;
 - [d] dans les installations avec conduite de retour, le liquide refoulé doit retourner au réservoir d'où il provient.
- 38 Les passages des conduites au travers des murs, parois, dalles etc. doivent se faire dans des tubes de détection étanches permettant la détection facile des fuites.
- 39 Les raccords démontables (brides, raccords vissés) doivent être d'accès facile.

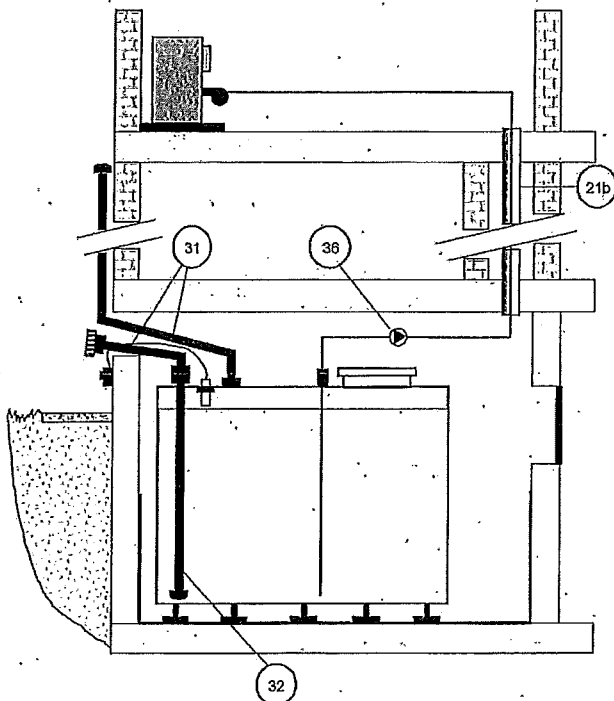
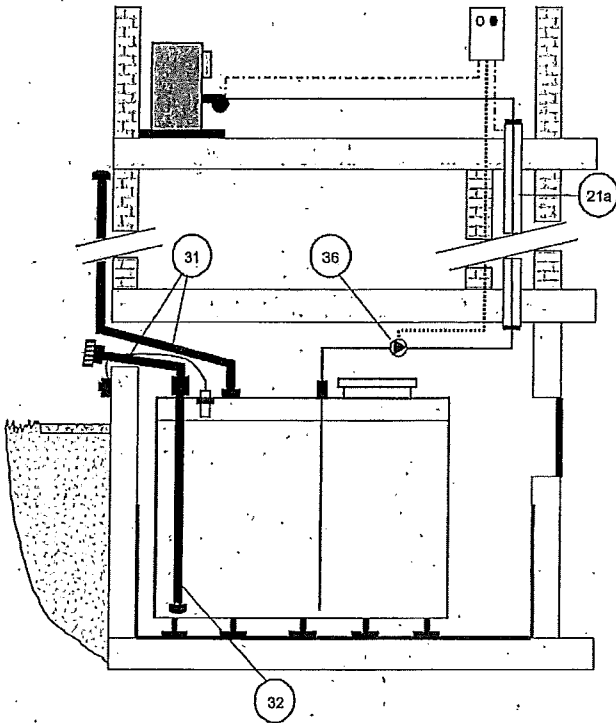
¹ Loi du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux

² Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux

CONDUITES

- dans les bâtiments, non apparentes
- pour l'huile de chauffage ou l'huile diesel

Les figures ci-dessous ne sont pas des plans mais de simples illustrations schématiques du texte qu'elles accompagnent.



1 Champ d'application

- 11 La présente fiche technique s'applique aux conduites non apparentes des installations d'entreposage d'huile de chauffage ou d'huile diesel, à l'intérieur d'un bâtiment, installées dans des tubes ou des canaux de détection.
- 12 Les dispositions suivantes se fondent sur la LEaux¹ et l'OEaux² et correspondent à l'état de la technique.
- 13 Les exigences des autres domaines de protection sont réservées.

2 Principes

- 21 Les conduites doivent être installées de façon à ce que les fuites soient facilement détectées et retenues. Elles doivent:
 - [a] être à double paroi avec surveillance de l'espace intermédiaire par un système de détection des fuites; ou
 - [b] être installées dans des tubes ou canaux de détection des fuites en pente en direction d'un dispositif de rétention surveillé (par ex. ouvrage de protection).

3 Exigences

- 31 La conduite compensatrice de pression et celle de remplissage doivent être en pente en direction du réservoir.
- 32 La conduite de remplissage doit être prolongée jusqu'au fond du réservoir.
- 33 Il faut éviter les conduites de retour.
- 34 Les conduites dont un tronçon est installé en dessous du niveau maximum dans le réservoir doivent être assurées contre le siphonnage par une vanne à dépression ou magnétique placée plus haut que le sommet du réservoir. Il faut installer une vanne magnétique lorsque la différence de niveau entre le point le plus haut et celui le plus bas de la conduite dépasse 3 m.
- 35 La commande de la vanne magnétique se fait par l'appareil consommateur (brûleur). La vanne doit être fermée durant l'arrêt de l'appareil consommateur (fermeture en l'absence de courant).
- 36 Les pompes ne seront en service que durant le temps nécessaire au transport du liquide. Elles se déclencheront automatiquement en cas d'alarme.
- 37 Installations à réservoirs ou consommateurs (brûleurs) multiples:
 - [a] les conduites seront installées de manière à exclure tout faux branchement (danger de surremplissage);
 - [b] le niveau de remplissage de chaque réservoir ou la position extrême des vannes doivent être contrôlés;
 - [c] l'intercepteur de remplissage doit nécessairement être connecté au réservoir à remplir;
 - [d] dans les installations avec conduite de retour, le liquide refoulé doit retourner au réservoir d'où il provient.
- 38 Les raccords démontables (brides, raccords vissés) doivent être d'accès facile.

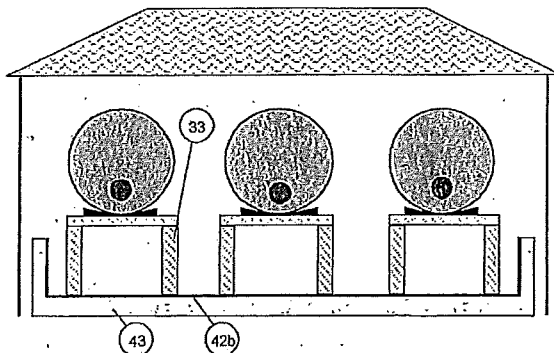
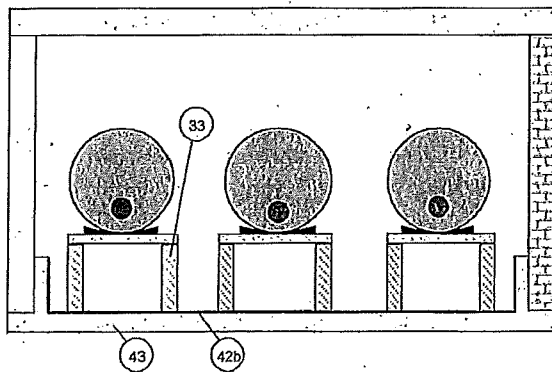
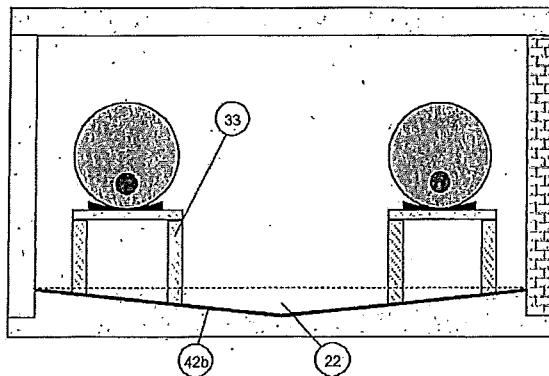
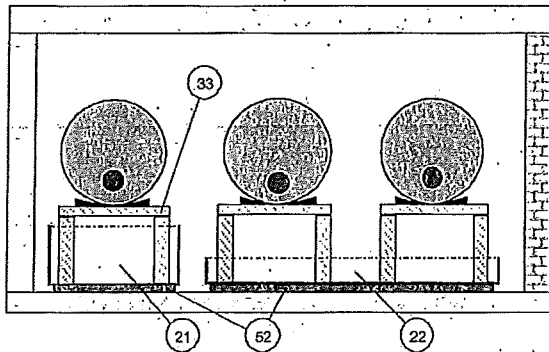
¹ Loi du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux

² Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux

RÉCIPIENTS (bidons, fûts etc.)

- entreposés dans des bâtiments ou sous abri

Les figures ci-dessous ne sont pas des plans mais de simples illustrations schématiques du texte qu'elles accompagnent.



1 Champ d'application

- La présente fiche technique s'applique à l'entreposage de récipients contenant des liquides pouvant polluer les eaux (y compris les récipients vides qui n'ont pas été nettoyés). Les récipients ont un volume utile de 20 l à 450 l.
- Les dispositions suivantes se fondent sur la LEau¹ et l'OEau² et correspondent à l'état de la technique.
- Les récipients en métal ou en matière plastique soumis aux dispositions relatives au transport des marchandises dangereuses (SDR/RSD).
- Les exigences des autres domaines de protection sont réservées.

2 Principes

- En zone S3, l'ouvrage de protection resp. le bac de rétention doit avoir une capacité égale au volume utile de tous les récipients qui y sont placés ("détection facile et rétention totale"). Le volume utile total des récipients par ouvrage de protection ou bac de rétention est limité à 450 l. Les ouvrages de protection en béton seront rendus étanches au moyen d'un revêtement.
- En dehors des zones et périmètres de protection des eaux souterraines, l'ouvrage de protection ou le bac de rétention présentera de préférence une capacité correspondant au moins au volume utile du plus grand récipient.

3 Exigences

- Il est interdit d'enterrer les récipients.
- Les récipients doivent être entreposés dans un bac ou un ouvrage posé sur un sol stable.
- Les récipients doivent être entreposés (par ex. sur callebottis ou supports) de façon à permettre les travaux de contrôle et d'entretien des récipients et de l'ouvrage de protection. Il faut veiller à un accès et à une manutention facile.

4 Ouvrages de protection en béton

- Les normes SIA 262 et SN EN 206-1 sont déterminantes pour la construction de l'ouvrage de protection en béton.
- Les ouvrages de protection en béton peuvent être réalisés avec ou sans revêtement d'étanchéité. La démonstration de l'étanchéité se fait comme suit:
 - [a] ouvrage sans revêtement: épreuve à l'eau ou contrôle de conformité;
 - [b] ouvrage avec revêtement: inspection des raccords et de l'absence de pores.
- L'ouvrage doit être dimensionné de manière à ce que d'éventuelles déformations (flUAGE, retrait etc.) n'affectent pas l'étanchéité.
- Le fond et les murs des bâtiments existants peuvent être utilisés pour l'ouvrage de protection à condition qu'ils soient en béton et qu'ils supportent les sollicitations prévisibles. Ils doivent être rendus étanches au moyen d'un revêtement.

5 Bacs de rétention et bacs de détection

- Les bacs de rétention et de détection doivent satisfaire aux règles de la technique correspondantes.
- Les bacs en métal doivent être munis de socles de 2 cm de hauteur au moins.
- Les bacs doivent être construits de manière à ce qu'ils ne subissent pas de déformation permanente lors de l'essai de remplissage à l'eau ou durant l'exploitation.
- Les bacs seront soumis à un examen de construction et à une épreuve d'étanchéité.

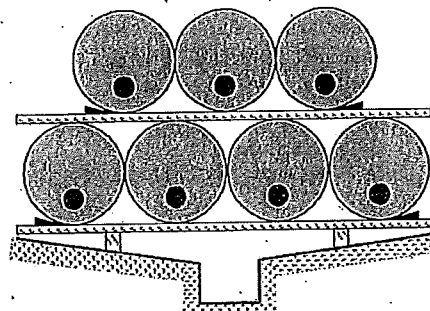
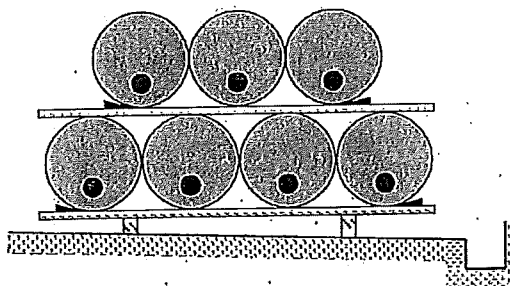
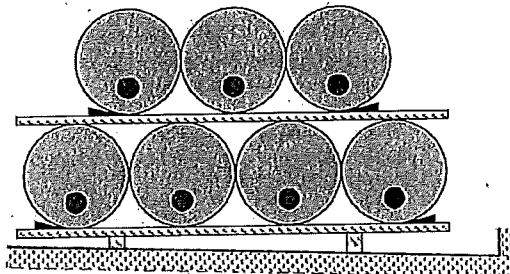
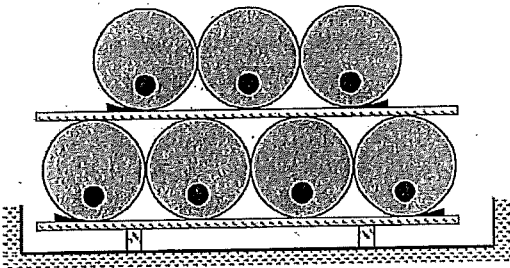
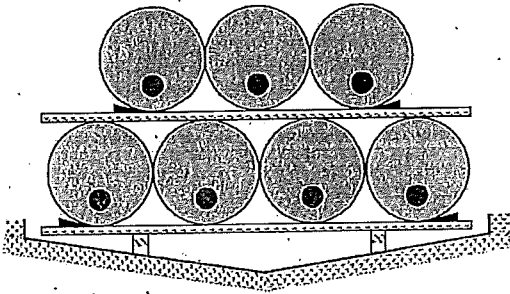
¹ Loi du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux

² Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux

RÉCIPIENTS (bidons, fûts etc.)

• entreposés à ciel ouvert

Les figures ci-dessous ne sont pas des plans mais de simples illustrations schématiques du texte qu'elles accompagnent.



1 Champ d'application

- 11 La présente fiche technique s'applique à l'entreposage de récipients contenant des liquides pouvant polluer les eaux (y compris les récipients vides qui n'ont pas été nettoyés). Les récipients ont un volume utile de 20 l à 450 l.
- 12 Les dispositions suivantes se fondent sur la LEaux¹ et l'OEaux² et correspondent à l'état de la technique.
- 13 Les récipients en métal ou en matière plastique sont soumis aux dispositions relatives au transport des marchandises dangereuses (SDR/RSD).
- 14 Les exigences des autres domaines de protection sont réservées.

2 Principes

- 21 En zone S3, l'ouvrage de protection resp. le bac de rétention doit avoir une capacité égale au volume utile de tous les récipients qui y sont placés ("détection facile et rétention totale"). Le volume utile total des récipients par ouvrage de protection ou bac de rétention est limité à 450 l. Les ouvrages de protection en béton seront rendus étanches au moyen d'un revêtement.
- 22 En dehors des zones et périmètres de protection des eaux souterraines, l'ouvrage de protection ou le bac de rétention présentera de préférence une capacité correspondant au moins au volume utile du plus grand récipient.
- 23 La capacité de l'ouvrage doit en plus permettre de recueillir une quantité d'eau pluviale de 200 l/m² de surface horizontale.

3 Exigences

- 31 Il est interdit d'enterrer les récipients.
- 32 Les récipients doivent être entreposés dans un bac ou un ouvrage posé sur un sol stable.
- 33 Les récipients doivent être entreposés (par ex. sur caillebotis ou supports) de façon à permettre les travaux de contrôle et d'entretien des récipients et de l'ouvrage de protection. Il faut veiller à un accès et à une manutention facile.

4 Ouvrages de protection en béton

- 41 Les normes SIA 262 et SN EN.206-1 sont déterminantes pour la construction de l'ouvrage de protection en béton.
- 42 Les ouvrages de protection en béton peuvent être réalisés avec ou sans revêtement d'étanchéité. La démonstration de l'étanchéité se fait comme suit:
[a] ouvrage sans revêtement: épreuve à l'eau ou contrôle de conformité;
[b] ouvrage avec revêtement: inspection des raccords et de l'absence de pores.
- 43 L'ouvrage doit être dimensionné de manière à ce que d'éventuelles déformations (fluage, retrait etc.) n'affectent pas l'étanchéité.
- 44 Le fond et les murs des bâtiments existants peuvent être utilisés pour l'ouvrage de protection à condition qu'ils soient en béton et qu'ils supportent les sollicitations prévisibles. Ils doivent être rendus étanches au moyen d'un revêtement.

¹ Loi du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux

² Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux



REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
 Département de l'intérieur, de la mobilité et de l'environnement
DGEau - Service de l'écologie de l'eau

DIME - SECOE
 Ch. de la Verseuse 17
 1219 Aire
 Téléphone 022 388 64 00 - Télécopie 022 388 64 01

Autorisation de construire DD

(Attribué par l'administration)

Commune :Parcelle(s) :

Traitement des eaux de chantier

Un exemplaire de ce document doit être fourni dûment rempli **lors du dépôt de la demande d'autorisation de construire** pour les travaux décrits dans la "Directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la recommandation SIA/VSA 431)".

Par sa signature, le mandataire professionnellement qualifié (MPQ) respectivement le propriétaire, s'engage à respecter toutes les conditions de ladite autorisation, notamment celle de communiquer tous les documents spécifiés dans ce formulaire **avant l'annonce de l'ouverture du chantier.**

1. RENSEIGNEMENTS GENERAUX

Nature des travaux:

Bâtiment

Volume SIA : m³ (selon Norme SIA 116).

Construction Transformation - rénovation Démolition, déconstruction

Génie civil

Description des travaux (*exemples : terrassement, excavation, etc*)

.....

Phase de terrassement : Surface hors tout de la fouille ou de l'excavation : m²

Volume des eaux traité selon la directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier §5 : m³

Phase de gros œuvres : Surface du radier : m²

Volume des eaux traité selon la directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier §5 : m³

Volume estimé des eaux issues des travaux spéciaux : m³

2. SUBSTANCES POUVANT POLLUER LES EAUX

Les fûts, bidons et autres récipients (de 20 à 450 litres) contenant des substances pouvant polluer les eaux (par ex. : huiles diverses, adjuvants et produits pour le béton, acides / bases) doivent être stockés à l'intérieur ou sous couvert, au-dessus d'un bac étanche assurant la détection et la rétention des éventuelles fuites, ceci conformément aux fiches techniques G1 et G2 de la CCE (Conférence des chefs de services et offices de protection de l'environnement de Suisse - édition mars 2010).

Des produits absorbants "tous types de liquides" doivent être disponibles à proximité des zones d'activités du chantier afin que des mesures immédiates puissent être entreprises en cas de besoin.

3. GESTION DES EAUX

3.1 Informations générales:

Secteur de protection des eaux : S AU AO B Hors secteur

Cours d'eau récepteur (eaux non polluées) :

Sensibilité du milieu récepteur : forte moyenne faible

Station d'épuration réceptrice (eaux polluées) :

3.2 Traitement et évacuation des eaux de chantier:

Cette partie du questionnaire doit être complétée pour tous les travaux qui génèrent des eaux polluées, troubles et/ou alcalines (hydrodémolition, forage / fraisage, injections, travaux spéciaux, etc). Ces informations sont valables et applicables pendant toute la durée du chantier dès l'arrivée des entreprises sur le terrain (phase de démolition / terrassement) jusqu'à la fin des travaux (remise des clefs, fin du second œuvre, finitions).

Type d'eau à évacuer	Installations de traitement des eaux de chantier (voir légende)	Récepteur		
		Infiltration*	Eaux claires	Eaux usées Eaux mélangées
Normes (valeurs limites de rejet)		Selon GESDEC	20 [mg/l] MES (Matières en suspension) pH compris entre 6,5 et 9	20 [mg/l] MES (Matières en suspension) pH compris entre 6,5 et 9
Eaux non polluées				
(eaux captées hors de l'emprise du chantier, sources, coleaux, nappes, etc)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eaux polluées				
Sanitaires (WC, lavabos)	-	-	<input type="checkbox"/>
Neutres de chantier (fouilles, débouillage véhicules, forages, etc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alcalines de chantier (hydrodémolition, travaux spéciaux, injections, fraisage, etc)	-	-	<input type="checkbox"/>
Alcalines d'exploitation (centrales à béton, bennes de transfert, silos, écoulement de radier, etc)	-	-	<input type="checkbox"/>

* Autorisation cantonale **obligatoire** (demande à formuler au Service de géologie, sols et déchets (GESDEC)), à fournir avant l'annonce d'ouverture du chantier au SECOE.

Légende :

- WCC : WC chimique
- PF : Puits filtrant
- DS : Décanteur secondaire
- FP : Fosse de pompage
- N : Neutralisation
- A : Autre avec descriptif
- FR : Fosse de rétention
- DP : Décanteur primaire
- CP : Coude plongeant
- FF : Flocculation - Filtration
- R : Recyclage et réutilisation, sans déversement

Exemple :

Eaux polluées

Alcalines d'exploitation (centrales à béton, bennes de transfert, silos, écoulement de radier, etc)	DP + DS + CP + N	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
--	------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------------------

4. DOCUMENT A REMETTRE A L'AUTORITE CANTONALE AVANT L'OUVERTURE DU CHANTIER

Avant l'annonce d'ouverture du chantier, le maître d'œuvre ou son mandataire principal doit soumettre, pour approbation, le formulaire "Installation de traitement et directives techniques".

Date : Signature :



Dossier sem :
**PROCES-VERBAL DE CONTRÔLE HEBDOMADAIRE DE LA QUALITE
DE L'EVACUATION DES EAUX DE CHANTIER**

Date / Heure	pH avant l'évacuation	Volume évacué [m ³]	Remarque(s) / observation(s)	Responsable Visa

Date / Heure	Vidange du / des bac(s) de décantation [m ³]	Vidange du / des bac(s) de neutralisation [m ³]	Responsable Visa

.....
Responsable du Chantier

A retourner par fax hebdomadairement au SECOE, M. Claude AUBERSON

Directives

**Mesures de protection pour
installations d'entreposage
et places de transvasement**

Remplissage des réservoirs

Juin 2008

KVU

CCE

CCA

Adopté le 25 octobre 2007 par le groupe de travail CITA de la CCE (Conférence des chefs des services et offices de protection de l'environnement de Suisse), corrigé le 17 juin 2008

Téléchargement: La directive est disponible sous www.kvu.ch

TABLE DES MATIÈRES

1 BASES LÉGALES, BUTS ET CHAMP D'APPLICATION	4
1.1 Base légale	4
1.2 Buts de la directive	4
1.3 Champ d'application de la directive	4
2 MESURES DE PROTECTION	4
2.1 Mesures de protection pour les installations situées en dehors des zones et des périmètres de protection des eaux souterraines	4
2.1.1 Prévention des fuites	4
2.1.2 Détection facile des fuites	5
2.1.3 Détection facile et rétention des fuites	5
2.2 Mesures de protection pour les installations situées dans les zones et les périmètres de protection des eaux souterraines	6
3 REMPLISSAGE DES RÉSERVOIRS	7
3.1 Principe	7
3.2 Obligation de jauger et surveillance du remplissage	7
3.3 Débit de remplissage	7
3.4 Remplissage des réservoirs de transport	7

1 BASES LÉGALES, BUTS ET CHAMP D'APPLICATION

1.1 Base légale

La présente directive se fonde sur la Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux)¹.

1.2 Buts de la directive

La présente directive doit permettre une interprétation et une application uniforme de l'article 22 alinéa 2 de la LEaux, compte tenu de l'article 22 alinéa 7 de la LEaux, ainsi que de l'article 22 alinéa 3 de la LEaux (remplissages). Elle concrétise la marge d'appréciation et d'interprétation laissée par la LEaux aux autorités chargées de leur exécution, en vue d'uniformiser cette exécution. Elle n'impose pas de nouvelles règles juridiques, ni ne crée de nouvelles obligations, qui ne seraient pas prévues par la LEaux. Les exigences des autres domaines de protection sont réservées.

1.3 Champ d'application de la directive

La présente directive s'applique aux mesures de protection à prendre dans les installations d'entreposage et sur les places de transvasement de liquides pouvant polluer les eaux, ainsi qu'au remplissage des réservoirs servant à l'entreposage de liquides pouvant polluer les eaux.

2 MESURES DE PROTECTION

2.1 Mesures de protection pour les installations situées en dehors des zones et des périmètres de protection des eaux souterraines

2.1.1 Prévention des fuites

Prévenir les fuites dans les installations d'entreposage et sur les places de transvasement signifie:

- a. les installations doivent être dimensionnées, construites, transformées et exploitées dans les règles de l'art et protégées contre toute intervention abusive de tiers non autorisés;
- b. les réservoirs avec conduite de remplissage doivent être équipés de dispositifs de jaugeage et de dispositifs contre le surremplissage;

¹ RS 814.20

- c. les éléments d'installation enterrés dont les matériaux ne résistent pas à la corrosion soient protégés contre la corrosion extérieure (y compris les courants vagabonds);
- d. les conduites soient équipées d'un dispositif permettant d'empêcher, en cas de fuite, le siphonnage des liquides entreposés.

2.1.2 Détection facile des fuites

La détection facile des fuites doit être assurée dans les installations d'entreposage et sur les places de transvasement suivantes:

- a. les récipients et les stations de remplissage de récipients;
- b. les conduites apparentes dont les liquides peuvent s'échapper en cas de fuite et qui ne sont pas soumises à une surveillance visuelle quotidienne;
- c. les stations-service fixes.

Concrétisation de la mesure de protection pour la let. a:

Ouvrages de protection ayant une capacité de rétention suffisante pour permettre la détection des fuites.

Concrétisation de la mesure de protection pour la let. b:

Conduites et canaux de détection des fuites installés en pente et pouvant être contrôlés en leur point le plus bas.

Concrétisation de la mesure de protection pour la let. c:

Places étanches d'une surface suffisante et, lorsque le débit annuel de transvasement dépasse 10 m^3 , avec une évacuation des eaux conforme aux prescriptions.

2.1.3 Détection facile et rétention des fuites

La détection facile et la rétention des fuites doivent être assurées dans les installations d'entreposage et sur les places de transvasement suivantes:

- a. les petits réservoirs, les réservoirs de moyenne grandeur et les grands réservoirs;
- b. les réservoirs de transport d'un volume supérieur à 450 litres servant à l'entreposage;
- c. les conduites enterrées et non apparentes;
- d. les stations de dépotage servant au transvasement de liquides pouvant polluer les eaux en petite quantité (liquides de la classe A) et dont le débit annuel moyen dépasse 250 m^3 . Lorsque le transvasement s'effectue dans des réservoirs situés en contrebas, des mesures de protection ne sont nécessaires que lorsque le débit annuel moyen dépasse $1'000 \text{ m}^3$;
- e. les stations de dépotage servant au transvasement de liquides pouvant polluer les eaux en grande quantité (liquides de la classe B) et dont le débit annuel moyen dépasse $1'000 \text{ m}^3$.

Concrétisation de la mesure de protection pour les let. a et b :

- les réservoirs non enterrés doivent être placés dans des ouvrages de protection dimensionnés de manière à retenir, dans le cas des liquides pouvant polluer les eaux en petite quantité, au minimum 100 % et, dans le cas des liquides pouvant polluer les eaux en grande quantité, au minimum 50 % du volume utile du plus grand réservoir. Les réservoirs hydrauliquement communicants sont considérés comme formant un seul réservoir;
- les réservoirs non enterrés dont le fond n'est pas apparent doivent de surcroît être munis d'un double fond dont l'espace intermédiaire est surveillé par un système de détection des fuites;
- les réservoirs non enterrés équipés d'une conduite compensatrice de pression doivent être munis d'un dispositif garantissant qu'en cas de débordement le liquide se déverse dans l'ouvrage de protection;
- les réservoirs enterrés doivent présenter une double paroi dont l'espace intermédiaire est surveillé par un système de détection des fuites.

Concrétisation de la mesure de protection pour la let. c :

Les longues conduites enterrées ou non apparentes dont les liquides peuvent s'échapper en cas de fuite doivent avoir une double paroi dont l'espace intermédiaire est surveillé par un système de détection des fuites.

Concrétisation de la mesure de protection pour les let. d et e :

Les stations de dépotage doivent être équipées d'ouvrages de protection pouvant retenir au moins la quantité maximale de liquide susceptible de s'échapper en cas de fuite; le volume de rétention ne sera toutefois pas inférieur à 5 m³. Ordre de grandeur: 30 % du volume nominal de la plus grande citerne du moyen de transport; pour chacune des autres citernes du moyen de transport, raccordables simultanément, la capacité de l'ouvrage de protection doit être augmentée de 10 % du volume nominal de la plus grande citerne.

2.2 Mesures de protection pour les installations situées dans les zones et les périmètres de protection des eaux souterraines

Pour les installations admises dans les zones et périmètres des eaux souterraines, outre les mesures de protection mentionnées au chiffre 2.1.1, des mesures de protection garantissant la détection facile et la rétention intégrale des fuites doivent être prises dans chaque cas.

3 REMPLISSAGE DES RÉSERVOIRS

3.1 Principe

Les réservoirs d'entreposage peuvent être remplis jusqu'au niveau correspondant à leur volume utile.

Lorsque le canton prescrit pour l'exécution un document d'installation (p. ex. vignette), le(s) réservoir(s) d'entreposage ne peut resp. ne peuvent être rempli(s) que si le document d'installation le permet.

3.2 Obligation de jauger et surveillance du remplissage

- a. Avant le remplissage d'un réservoir, la personne chargée de l'opération déterminera la quantité maximale qu'elle peut transvaser. Elle surveillera personnellement le remplissage et l'interrompra manuellement au plus tard lorsque le liquide atteint le niveau de remplissage maximum admissible.
- b. Pour les réservoirs équipés d'une sonde de limiteur de remplissage, la sonde doit être raccordée à l'organe de commande du véhicule-citerne avant le début du remplissage. Si l'organe de commande signale un dérangement, le remplissage est interdit.

3.3 Débit de remplissage

- a. Pour les petits réservoirs, le débit n'excédera pas 200 litres/min.
- b. Pour les réservoirs de moyenne grandeur, le débit n'excédera pas 800 litres/min en cas de dépotage par pompage et 1800 litres/min en cas de dépotage par gravité.

3.4 Remplissage des réservoirs de transport

Les réservoirs de transport dont le volume utile dépasse 450 litres et qui sont utilisés comme réservoirs d'entreposage ne doivent pas être remplis sur les lieux d'entreposage:

Directives

**Conduites
des installations
d'entreposage**

Octobre 2007

KVU

CCE

CCA

Adopté le 25 octobre 2007 par le groupe de travail CITA de la CCE (Conférence des chefs des services et offices de protection de l'environnement de Suisse)

Téléchargement: La directive est disponible sous www.kvu.ch

TABLE DES MATIERES

1 BASES LÉGALES, BUTS ET CHAMP D'APPLICATION	4
1.1 Base légale	4
1.2 Buts de la directive	4
1.3 Champ d'application de la directive	4
2 DÉFINITION	4
3 EXIGENCES	5
3.1 Protection contre le siphonnage	5
3.2 Commande des pompes	5
3.3 Dispositifs de répartition et distributeurs de sécurité	5
3.4 Matériaux	5
3.5 Raccords	6
3.6 Vérifications techniques par l'installateur	6
3.6.1 Examen de construction	6
3.6.2 Epreuve d'étanchéité	6
3.6.3 Essai de résistance	6

1 BASES LÉGALES, BUTS ET CHAMP D'APPLICATION

1.1 Base légale

La présente directive se fonde sur la Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux)¹.

1.2 Buts de la directive

La présente directive doit permettre une interprétation et une application uniforme de l'article 22 alinéa 2 de la LEaux. Elle concrétise la marge d'appréciation et d'interprétation laissée par la LEaux aux autorités chargées de leur exécution, en vue d'uniformiser cette exécution. Elle n'impose pas de nouvelles règles juridiques, ni ne crée de nouvelles obligations, qui ne seraient pas prévues par la LEaux.

1.3 Champ d'application de la directive

La présente directive s'applique aux conduites servant au transport des liquides transvasés ou entreposés.

2 DÉFINITION

Les conduites avec pompes et robinetterie relient entre eux les réservoirs, les places de transvasement et les installations d'exploitation. Elles servent au transport des liquides et elles vont jusqu'à l'aire de protection des places de transvasement, à la chaufferie et aux installations d'exploitation.

Remarque: Font par exemple partie des conduites, les conduites de remplissage qui servent au transport du liquide d'entreposage, mais pas les conduites compensatrices de pression.

¹ RS-814:20

3 EXIGENCES

3.1 Protection contre le siphonnage

Les conduites de liquide doivent être installées ou équipées de manière à éviter tout siphonnage intempestif du réservoir. Font exception les conduites de liquide sans pompe pour les réservoirs d'un volume utile inférieur à 450 litres (fûts).

3.2 Commande des pompes

- a. Les pompes ne resteront en service que pendant le temps nécessaire au transport du liquide.
- b. En cas d'alarme, les pompes doivent se déclencher automatiquement.

3.3 Dispositifs de répartition et distributeurs de sécurité

- a. Les dispositifs de répartition entre plusieurs réservoirs seront montés de manière à exclure tout surremplissage des réservoirs, en assurant la surveillance du niveau de remplissage de tous les réservoirs ou de la position finale des vannes. L'intercepteur de remplissage sera automatiquement connecté à la sonde du réservoir à remplir.
- b. Le distributeur de sécurité des installations avec conduite de retour doit être installé de manière à empêcher tout faux branchement. Le liquide refoulé doit obligatoirement retourner au réservoir d'où il provient.

3.4 Matériaux

- a. Les conduites en acier doivent satisfaire à la qualité S 235 JR au moins pour ce qui est de la soudabilité et de la résistance.
- b. Les conduites en cuivre doivent satisfaire au moins aux valeurs du Cu-DHP recuit ou demi-dur, résistance à la traction 200 à 250 N/mm² ou 250 à 300 N/mm².
- c. Pour les conduites en matière plastique, on utilisera des tubes de qualité PN 4 au minimum. Les matières plastiques suivantes sont autorisées:
 - matières plastiques renforcées de fibres de verre;
 - polyéthylène, à l'exception du polyéthylène basse densité;
 - chlorure de polyvinyle rigide, résistant aux chocs;
 - polyamide.
- d. Les conduites de détection des fuites en matière plastique peuvent être réalisées dans les mêmes matériaux que les conduites.

3.5 Raccords

- a. Les raccords démontables tels que les brides ou les raccords vissables doivent être d'accès commode.
- b. Les brides, les raccords et la robinetterie en métal ou en matière plastique pour conduites de liquide doivent satisfaire à la qualité PN 10.

3.6 Vérifications techniques par l'installateur

3.6.1 Examen de construction

L'installateur soumettra chaque conduite à un examen de construction portant sur:

- a. la conformité aux plans;
- b. le contrôle visuel des pièces de raccordement et des raccords soudés.

3.6.2 Epreuve d'étanchéité

- a. Les conduites de détection des fuites doivent être soumises à une épreuve d'étanchéité par surpression ou dépression d'air de 0,2 bar (20 kPa).
- b. S'agissant des conduites de liquide et du tube extérieur des conduites à double paroi, l'épreuve d'étanchéité peut être remplacée par un essai de résistance.

3.6.3 Essai de résistance

- a. L'installateur soumettra chaque conduite de liquide à un essai de résistance à l'air. La pression d'essai sera de 1,5 fois la pression de service maximale, mais au moins de 3,0 bars (300 kPa). Les raccords seront soumis à un examen au moyen d'un agent mouillant.
- b. Chaque espace de contrôle des conduites à double paroi sera soumis à un essai de résistance à l'air. La pression d'essai sera de 1,5 fois la pression de service ou de contrôle, mais au moins de 3,0 bars (300 kPa).

Directives


**Dispositifs
des installations
d'entreposage**

Juin 2008

KVU

CCE

CCA



Adopté le 25 octobre 2007 par le groupe de travail CITA de la CCE (Conférence des chefs des services et offices de protection de l'environnement de Suisse),
corrigé le 17 juin 2008

Téléchargement: La directive est disponible sous www.kvu.ch

TABLE DES MATIÈRES

1 BASES LÉGALES, BUTS ET CHAMP D'APPLICATION	4
1.1 Base légale	4
1.2 Buts de la directive	4
1.3 Champ d'application de la directive	4
2 DISPOSITIFS DE JAUGEAGE DU NIVEAU	4
2.1 Définitions	4
2.2 Exigences	5
3 DISPOSITIFS COMPENSATEURS DE PRESSION	6
3.1 Exigences générales	6
3.2 Exigences spécifiques	6
3.3 Conduites collectrices	6
4 DISPOSITIFS DE TROP-PLEIN	7
5 TROUS D'HOMME	7

1 BASES LÉGALES, BUTS ET CHAMP D'APPLICATION

1.1 Base légale

La présente directive se fonde sur la Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux)¹.

1.2 Buts de la directive

La présente directive doit permettre une interprétation et une application uniforme de l'article 22 alinéa 2 de la LEaux. Elle concrétise la marge d'appréciation et d'interprétation laissée par la LEaux aux autorités chargées de leur exécution, en vue d'uniformiser cette exécution. Elle n'impose pas de nouvelles règles juridiques, ni ne crée de nouvelles obligations, qui ne seraient pas prévues par la LEaux.

1.3 Champ d'application de la directive

La présente directive s'applique aux dispositifs des installations d'entreposage tels que les jauges de niveau, les compensateurs de pression, les dispositifs de trop-plein et les trous d'homme.

2 DISPOSITIFS DE JAUGEAGE DU NIVEAU

2.1 Définitions

Les dispositifs de jaugeage du niveau de liquide consistent:

- a. pour les réservoirs de moyenne grandeur, à l'exception des réservoirs cylindriques verticaux non enterrés, en une jauge-règle graduée et d'un tube-guide avec bouchon vissé;
- b. en un mécanisme qui indique, à l'extérieur du réservoir, le niveau du liquide entreposé ou le contenu en litres.

¹ RS 814.20

2.2 Exigences

Les dispositifs de mesure qui nécessitent un percement dans le bas du réservoir (indicateurs à tube de verre ou à colonne de liquide communicante) sont interdits.

Les réservoirs de moyenne grandeur et les grands réservoirs, ou chaque compartiment d'un réservoir compartimenté, doivent être munis d'un dispositif de jaugeage du niveau de liquide facilement accessible. Le dispositif de jaugeage portera, de manière indélébile et lisible, la marque et l'indication en toutes lettres du niveau maximal autorisé (volume utile).

Les petits réservoirs doivent être équipés d'un indicateur de niveau de remplissage sur lequel le niveau maximal autorisé est indiqué de manière précise. Cette exigence ne s'applique pas aux petits réservoirs translucides à simple paroi, remplis manuellement à l'aide d'un pistolet; la paroi devra alors porter l'indication en toutes lettres et la marque du niveau maximal autorisé.

La jauge-règle doit résister au liquide entreposé et doit, si nécessaire, être antistatique. La graduation étampée ou gravée, les traits de niveau et les quantités en litres doivent être rendus nettement visibles au moyen de couleurs contrastantes.

La graduation de la jauge-règle en litres - zéro en bas - se fait sur la base du volume nominal du réservoir. Le niveau maximal de remplissage autorisé doit être marqué avec l'indication de la quantité exacte en litres et l'indication "Niveau max. de remplissage".

La jauge-règle doit être graduée en fonction du volume nominal du réservoir, de la manière suivante:

Volume nominal	Graduation
jusqu'à 2'000 litres	tous les 100 litres
jusqu'à 10'000 litres	tous les 200 litres
jusqu'à 30'000 litres	tous les 500 litres
jusqu'à 75'000 litres	tous les 1'000 litres
au-dessus de 75'000 litres	tous les 5'000 litres

Le tube-guide doit résister au liquide entreposé et doit, si nécessaire, être antistatique. Il doit être placé de manière à permettre un accès facile à la jauge-règle. Le tube-guide doit être fermé par un bouchon étanche aux gaz et pouvant être aisément vissé.

3 DISPOSITIFS COMPENSATEURS DE PRESSION

3.1 Exigences générales

Chaque réservoir ou chaque compartiment de réservoir doit être équipé d'un dispositif compensateur de pression.

Les compensateurs de pression (en particulier les conduites compensatrices de pression, les capes de surpression des réservoirs en béton armé ainsi que les orifices d'aération des petits réservoirs) seront dimensionnés de manière à ce que ni le débit maximal de transvasement, ni les variations de température à l'intérieur du réservoir ou des conduites ne provoquent des pressions inadmissibles.

3.2 Exigences spécifiques

Les conduites compensatrices de pression et les capes d'aération doivent résister au liquide entreposé.

La section de passage de la conduite compensatrice de pression doit en principe correspondre à celle de la conduite de remplissage mais au moins à la dimension de 1½".

Les conduites compensatrices de pression doivent être installées en pente en direction du réservoir.

Les conduites compensatrices de pression seront munies d'une cape d'aération démontable. La section d'échappement des capes d'aération ne doit pas être inférieure à la section de la conduite compensatrice. Elle ne doit pas être obstruée par du crépi, de la peinture ou tout autre corps étranger.

3.3 Conduites collectrices

La réunion des conduites compensatrices de pression des réservoirs en béton armé dans une conduite collectrice n'est pas autorisée.

Pour les autres réservoirs, les conduites compensatrices de pression peuvent être réunies dans une conduite collectrice, s'ils contiennent des liquides du même groupe de produits. La section de la conduite collectrice sera dimensionnée en fonction des débits effectifs.

4 DISPOSITIFS DE TROP-PLEIN

Les règles de la technique de l'expert (Association suisse d'inspection technique, ASIT, pour les réservoirs en métal; Association Suisse des matières plastiques, KVS, pour les réservoirs en matière plastique) sont déterminantes.

La différence de hauteur entre la cape d'aération de la conduite compensatrice de pression et le dispositif de trop-plein doit assurer que le liquide ne s'écoule pas par cette conduite lors d'un débordement mais se déverse dans l'ouvrage de protection (p. ex. au moins 1,2 m pour l'huile de chauffage).

5 TROUS D'HOMME

Chaque réservoir, ou chaque compartiment de réservoir, doit avoir au moins un trou d'homme de dimensions suffisantes (\varnothing 60 cm) pour permettre, en cas de besoin (par ex. accident, mise hors service), de travailler dans le réservoir. Les petits réservoirs doivent avoir au moins un orifice de contrôle.

Le regard du trou d'homme des réservoirs enterrés doit être dimensionné de manière à permettre les travaux ainsi qu'une disposition judicieuse des conduites et des dispositifs ($\varnothing \geq 90$ cm). Il doit être raccordé au réservoir de manière étanche et être fermé par un couvercle étanche aux projections d'eau. Les passages des conduites doivent être étanches.

Règles de la technique

Remarque: Le titre allemand des règles de la technique figure dans la liste lorsque la version française n'est pas disponible.

Réservoirs d'entreposage, conduites et ouvrages de protection en métal

Règles de la technique de l'Association suisse d'inspection technique (ASIT) pour le dimensionnement, l'exécution et le contrôle des réservoirs cylindriques en acier à fonds bombés, T1f; édition 1999.

Règles de la technique de l'ASIT pour le calcul statique, le dimensionnement, l'exécution et le contrôle des réservoirs prismatiques de moyenne grandeur en acier, T2f, Partie A et Partie B; édition 1999.

Règles de la technique de l'ASIT pour l'exécution et le contrôle des petits réservoirs en acier, T4f; édition 1999.

Règles de la technique de l'ASIT pour le calcul, l'exécution et le contrôle des réservoirs cylindriques verticaux en acier à fond plat (réservoirs verticaux) et des bassins de rétention en acier T5f; édition 1999.

Règles de la technique de l'ASIT pour l'exécution et le contrôle des bacs de rétention en acier pour petits réservoirs et réservoirs de moyenne grandeur, T6f; édition 1999.

Directives de l'ASIT concernant la construction et le contrôle des conduites, T7f; édition 1993.

Règles de la technique de l'ASIT pour l'essai de pression et l'épreuve d'étanchéité des réservoirs en acier et des bacs de rétention en acier, T8f; édition 1999.

Diffusion: Association suisse d'inspection technique (ASIT) ⇨

Réservoirs d'entreposage, conduites et ouvrages de protection en matière plastique

Regeln der Technik des Kunststoff Verband Schweiz (KVS) für Kleintanks aus Hartpolyethylen hergestellt im Extrusions-Blasverfahren, inkl. Anhang; édition janvier 1993.

Règles de la technique de l'Association suisse des matières plastiques (KVS) pour les petits réservoirs à deux parois, réservoir intérieur en polyéthylène haute densité, conteneur extérieur en acier galvanisé; édition mai 1999.

Regeln der Technik des KVS für mittelgrosse zylindrische Tanks mit gewölbten Böden und für annähernd kugelförmige Tanks aus glasfaserverstärktem Kunststoff, inklusive Anhänge 1 bis 6; édition mars 1993.

Regeln der Technik des KVS für mittelgrosse zylindrische Tanks mit flachem Boden aus glasfaserverstärktem Kunststoff, inklusive Anhänge 1 bis 5; édition mars 1993.

Règles de la technique du KVS applicables aux réservoirs cylindriques verticaux de moyenne grandeur à fond plat en matière thermoplastique; version décembre 2000.

Règles de la technique du KVS applicables aux conduites en matière thermoplastique servant au transport de liquides pouvant polluer les eaux; édition août 2000.

Regeln der Technik des KVS für Schutzbauwerke aus glasfaserverstärktem Kunststoff; édition mai 1997.

Regeln der Technik des KVS für Schutzbauwerke aus Hart-Polyethylen; édition mars 1995.

Diffusion: Association suisse des matières plastiques (KVS) ⇨

Revêtements, double parois intérieures, protection contre la corrosion

Règles de la technique 31-a-1.2 de l'Union suisse des fabricants de vernis et peintures (USVP): Revêtements pour l'étanchéité des installations d'entreposage et des places de transvasement en matériaux d'origine minérale; édition du 17 décembre 1992.

Règles de la technique 31-c-1.2 de l'USVP: Revêtements pour la protection anticorrosive des installations d'entreposage et des ouvrages de protection en métal; édition du 17 décembre 1992.

Diffusion: Union suisse des fabricants de vernis et de peintures USVP ⇨

Regeln der Technik des KVS für Abdichtungen von Fugen; édition mars 1994.

Regeln der Technik des KVS Innere Doppelwandungen für Lagertanks mit Laminaten; édition octobre 1997.

Regeln der Technik 31-b-2.1 des KVS für Innenhüllen aus Folien; édition 1994.

Regeln der Technik des KVS für Korrosionsschutz mit Laminaten; édition juin 1992.

Diffusion: Association suisse des matières plastiques (KVS) ⇨

Règles de la technique de l'OFEPF applicables aux stratifiés utilisés comme revêtements d'étanchéité (pdf, 144 ko) - 2003

Règles de la technique de l'OFEPF applicables aux feuilles utilisées comme revêtements d'étanchéité d'ouvrages de protection dans les bâtiments (pdf, 81 ko) - 2004

Appareillages

Règles de la technique du Centre Suisse d'Électronique et de Microtechnique S.A. (CSEM) pour limiteurs de remplissage (pdf, 3945 ko) - 1992

Règles de la technique du CSEM pour intercepteurs spéciaux de remplissage (pdf, 3053 ko) - 1996

Règles de la technique du CSEM pour systèmes de détection des fuites avec pression de contrôle pour réservoirs et conduites à double paroi (pdf, 9426 ko) - 1996

Règles de la technique du CSEM pour systèmes de détection des fuites avec sonde pour les installations d'entreposage et les places de transvasement (pdf, 2794 ko) - 1996

Règles de la technique de l'Association pour la protection de citernes et réservoirs de Suisse (VTB) pour les travaux exécutés sur place aux systèmes de détection des fuites; édition juin 1999

Diffusion: Association pour la protection de citernes et réservoirs de Suisse (VTB) ⇨

Autres règles de la technique

Règles de la technique de l'OFEFP pour les ouvrages de protection en matériaux bitumineux dans les installations de réservoirs verticaux (pdf, 56 ko) - 1995

Directives Carbura, Partie I - Protection des eaux (pdf, 616 ko) - 2008

Directives sur les Parcs à Réservoirs dans l'Industrie Chimique, TRCI (pdf, 1210 ko) - 2001