



INFORMATIQUE

ÉTUDE DE CAS : LES SYSTÈMES INFORMATIQUES DES AÉROPORTS

À utiliser lors des sessions d'examen de mai 2010 et novembre 2011 inclus

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Livret d'étude de cas requis pour l'épreuve 2 du niveau supérieur et du niveau moyen d'informatique.

Sommaire

INTRODUCTION.....	3
RÉSEAUX	3
INTÉGRATION	3
DESCRIPTION DE CHAQUE SYSTÈME	3
SÉCURITÉ DU RÉSEAU	4
SÉCURITÉ DES AÉROPORTS.....	5
EMPLOYÉS	5
PASSAGERS	6
ENREGISTREMENT	7
CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE.....	8
TRAITEMENT DES BAGAGES : CONCEPTION DE LOGICIEL	9
SYSTÈMES DE RÉSERVATION.....	10
SERVICES AUX PASSAGERS.....	11
AFFICHAGE	11
ANNONCES	11
WI-FI	12
LA DEPENDANCE INFORMATIQUE EST-ELLE TROP IMPORTANTE ?	13
ANNEXE I – ABRÉVIATIONS UTILISÉES DANS CETTE ÉTUDE DE CAS.....	14
ANNEXE II – BIBLIOGRAPHIE	15

Les systèmes informatiques des aéroports

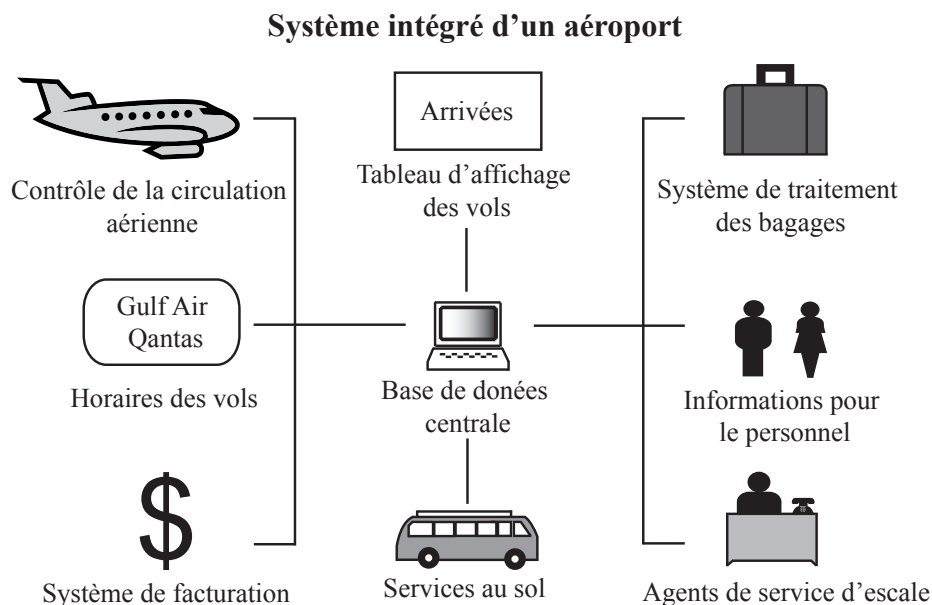
Introduction

Les aéroports modernes dépendent beaucoup des systèmes informatisés qui permettent aux passagers d'accéder de manière sûre et efficace aux voyages aériens, tout en faisant de l'aéroport un environnement agréable. Cette étude de cas explore certains des domaines qui utilisent ces systèmes.

Réseaux

Intégration

Les systèmes informatiques intègrent désormais toutes les zones (ou modules) d'un aéroport moderne. Ces dernières sont liés par réseau à des serveurs puissants (voir diagramme ci-dessous).



Description de chaque système

Contrôle de la circulation aérienne	Contrôle l'espace aérien de l'aéroport, y compris les atterrissages et les décollages
Système de traitement des bagages	Gère le suivi des bagages dans l'aéroport
Système de facturation	Calcule les redevances des compagnies aériennes
Tableau d'affichage des vols	Affiche les informations relatives aux vols
Horaires des vols	Informations de vol pour chaque compagnie aérienne
Services au sol	Restauration, utilisation des bus, avitaillement <i>etc.</i>
Agents de service d'escale	Enregistrement auprès des compagnies aériennes et autres services
Informations pour le personnel	Informations destinées au personnel de l'aéroport

Certains détails techniques du Terminal 5 (T5) de l'aéroport de Londres Heathrow, ouvert au début de 2008 et conçu pour accueillir jusqu'à 30 millions de passagers par an montrent bien la complexité des réseaux informatiques qui gèrent les aéroports modernes.

La dorsale à large bande passante du réseau du terminal renferme plus de 2500 km de câbles qui connectent deux centres primaires de données et 66 centres secondaires de communication. Plus de 9000 périphériques différents sont reliés au réseau utilisant le protocole Internet (*Internet Protocol*, IP) pour transporter voix et systèmes de données.¹

Le nouveau centre de contrôle de l'aéroport se trouve également dans le T5. Il gère les mouvements des avions au départ et à l'arrivée de l'aéroport et sur les pistes, ainsi que les communications avec les équipages. Il a été prévu que la nouvelle tour de contrôle fonctionne parallèlement avec l'ancienne tour pendant trois mois avant la bascule finale.²

Tous les systèmes ont été testés pendant six mois avant l'ouverture du terminal, par 16 000 personnes recrutées pour jouer le rôle des « passagers ».

Sécurité du réseau

L'incapacité à sécuriser le réseau pour faire face à des erreurs soit accidentelles, soit délibérées pourrait avoir un effet dramatique sur son fonctionnement. Si les différents systèmes sont intégrés en un seul réseau, il faut alors veiller à ce qu'une panne qui surviendrait dans une partie du réseau n'ait pas d'effets similaires ailleurs.

Certaines parties du système, comme le contrôle de la circulation aérienne (page 8), sont critiques en matière de sécurité. Mais même une panne qui se produirait dans des systèmes qui ne sont pas critiques dans ce domaine, comme le traitement des bagages, pourrait entraîner l'interruption du bon fonctionnement de l'aéroport.

Les réseaux d'aéroports doivent aussi être protégés des dangers potentiels émanant d'Internet, auquel ils seront connectés grâce à une passerelle.

Différents systèmes de sauvegarde doivent être envisagés. Par exemple, certains aéroports installent plusieurs liaisons optiques entre la pièce où se trouve le serveur et la tour de contrôle, afin que les contrôleurs restent connectés même en cas de coupure de la ligne.

¹ <http://www.pcw.co.uk/computing/analysis/2187576/pilots-t5-technical-systems>

² <http://www.airport-technology.com/features/feature916/>

Sécurité des aéroports

La sécurité des aéroports peut être divisée en trois domaines :

- sécurisation du périmètre de l'aéroport
- sécurité de l'aéroport lui-même
- sécurité de chaque avion.

Les caméras de surveillance sont très utilisées au sein des aéroports, pour surveiller à la fois le périmètre de l'aéroport et l'aéroport lui-même. Les images sont contrôlées par le personnel de sécurité et elles peuvent être stockées de manière numérique et visionnées à tout moment. Certaines caméras peuvent fonctionner à l'infrarouge. Des systèmes experts ont été mis au point pour essayer de reconnaître des « comportements inhabituels » dans les bâtiments des aéroports.

Employés

Chaque personne qui travaille dans un aéroport, qu'elle fasse partie du personnel de l'aéroport, qu'elle soit employée par l'une des nombreuses boutiques ou restaurants, ou qu'elle appartienne au personnel d'une compagnie aérienne, aura besoin d'une habilitation pour pouvoir entrer dans n'importe quelle zone de l'aéroport. Chaque zone de l'aéroport peut être « isolée » du reste : il faut donc un identifiant pour pouvoir y entrer ou passer d'une zone à l'autre. L'identité de l'employé sera vérifiée dans un système grâce à un dispositif sécurisé qui complète le point ou la porte d'accès.

Ces identifiants peuvent prendre la forme de cartes à puce liées à un système d'identification biométrique, par exemple :

- identification de l'iris
- empreintes digitales
- géométrie de la main
- reconnaissance vocale
- reconnaissance de visage
- modèles rétiniens
- identification par signature.

Dans chaque système, certains aspects de la caractéristique utilisée sont numérisés, puis stockés dans un système informatique où ils forment un dossier sur chaque individu. Chaque point de sécurité de l'aéroport sera équipé d'un dispositif biométrique, peut-être un système autonome, qui comparera les données biométriques de la personne à celles des données de la carte à puce. Le dispositif peut aussi être connecté à une base de données centrale.



La technologie des empreintes est utilisée depuis longtemps et est donc bien avancée. Il existe cependant des manières de contourner le système. L'identification de l'iris pourrait constituer un système plus sûr dans le futur, car l'iris est difficile à imiter. Ce type d'identification est donc considéré comme l'une des technologies biométriques les plus précises. Dans cette technologie, l'image de l'iris est divisée en bandes, dont les motifs sont ensuite transformés en expressions mathématiques.³

³ <http://www.idlane.com/technology.htm>

Passagers

Les passagers doivent porter sur eux une pièce d'identité (généralement un passeport) afin d'embarquer dans un avion. Pour les compagnies aériennes, cela met en correspondance le voyageur avec une réservation de vol spécifique. Pour la sécurité ou les services d'immigration, cela détermine si la personne sera autorisée ou non à continuer son voyage. Les passeports modernes peuvent être scannés, ce qui permet de comparer leurs données avec celles d'une base de données centrale.

Les aéroports envisagent d'ajouter une couche de sécurité en ce qui concerne les passagers, comme le montre cet article extrait du journal *The Guardian*.

Le marquage des passagers pourrait améliorer la sécurité des aéroports

Vendredi 13 octobre 2006

Alok Jha, journaliste scientifique pour *The Guardian*

Afin d'améliorer la sécurité dans les aéroports, les passagers aériens pourraient bientôt être marqués électroniquement, à l'aide de bracelets ou de cartes d'embarquement munies de puces informatiques. Les autorités pourraient ainsi suivre leurs déplacements dans les terminaux.

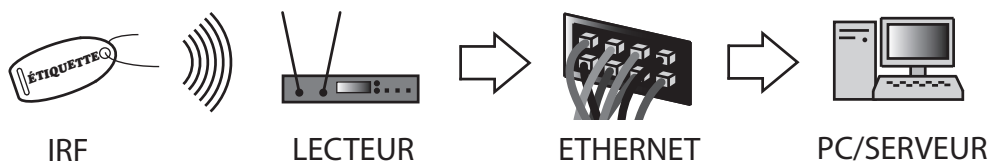
Paul Brennan, ingénieur en électronique à l'University College de Londres, dirige les travaux du système Optag financé par l'Union européenne. Il explique que ce système combinerait imagerie vidéo panoramique haute résolution et étiquettes d'identification par radio-fréquence (IRF) pour améliorer la sécurité, la sûreté et l'efficacité des aéroports. « Chaque passager recevrait une étiquette qui permettrait sa localisation à un mètre près, » explique-t-il. « Les données vidéo et celles de l'étiquette seraient fusionnées pour donner une capacité de surveillance très puissante. »

Les IRF émettent un court message radio lorsqu'elles sont lues par un lecteur électronique. Selon le Dr Brennan, les puces Optag ne stockeraient aucune information personnelle.

« Elles émettent un identifiant unique qui est alors recoupé avec les informations du passager qui se trouvent déjà dans le système – peut-être son nom et le numéro de son vol. Dans le futur, ces données seront peut-être étendues à d'autres éléments comme des données biométriques. » Les étiquettes seraient liées à un réseau de caméra de surveillance qui permettrait de contrôler les déplacements des personnes dans les terminaux.

Le Dr Brennan affirme que « cela peut permettre un suivi précis de certains individus s'ils semblent constituer un risque de sécurité. L'aéroport pourrait ainsi être évacué et on pourrait localiser rapidement les enfants qui se seraient perdus. »

Optag peut également s'assurer que les passagers arrivent à temps à leur porte d'embarquement. Le Dr Brennan indique que les retards dus aux arrivées tardives des passagers coûtent aux compagnies aériennes 100 millions d'euros par an en Europe.⁴

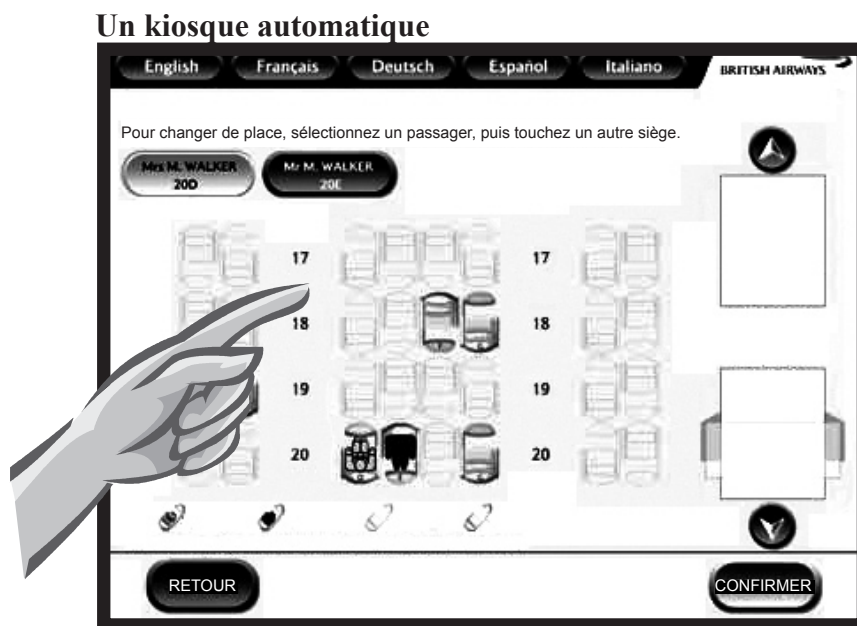


⁴ Journal *The Guardian*, vendredi 13 octobre 2006

Enregistrement

Les compagnies aériennes cherchent à améliorer leurs systèmes informatiques afin d'accélérer le processus d'enregistrement. Plusieurs d'entre elles autorisent les passagers à imprimer leur carte d'embarquement chez eux, ce qui leur permet de passer outre le processus habituel d'enregistrement à l'aéroport s'ils n'ont que des bagages à main.

D'autres proposent des kiosques d'enregistrement automatique, offrant ainsi une alternative rapide, facile et sûre aux comptoirs classiques d'enregistrement. Ces terminaux informatiques reliés au système informatique de la compagnie aérienne permettent de choisir sa place et d'imprimer sa carte d'embarquement, ou même, dans certains cas, de modifier ses horaires de vol.



[Source: diagramme adapté de http://www.britishairways.com/travel/sscidemo7/public/en_gb]

Contrôle de la circulation aérienne

« Le contrôle de la circulation aérienne (ATC) est assuré par les contrôleurs au sol qui dirigent les appareils à terre et dans les airs. La tâche principale d'un contrôleur consiste à séparer certains appareils - pour les empêcher de se retrouver trop près l'un de l'autre. Il doit également assurer la sécurité, la fluidité et le bon ordre du trafic, tout en donnant des informations aux pilotes (météo et informations de navigation). »⁵

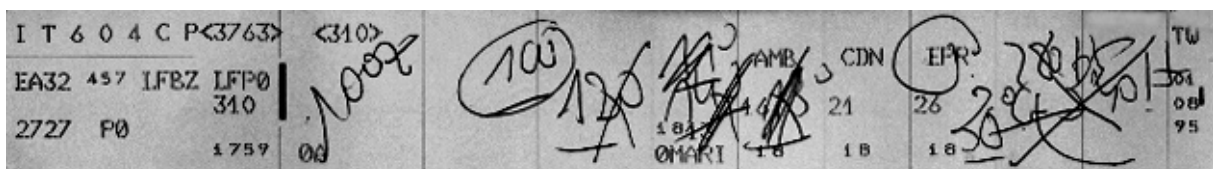
L'ATC met aussi à jour les fichiers de vols du serveur principal, qui, à son tour, actualisera les tableaux d'affichage des vols de l'aéroport et déclenchera éventuellement des annonces aux passagers.

Les systèmes informatiques de l'ATC connaissent une intégration accrue, essentiellement pour permettre l'accroissement du trafic, tout en maintenant des niveaux élevés de sécurité. Mais ce processus a soulevé une question intéressante : tous les systèmes (manuels) peuvent-ils être informatisés avec succès ?

Les contrôleurs aériens travaillent dans des centres qui surveillent une zone de l'espace aérien. Ils s'occupent des appareils qui y rentrent, vérifient leur position à l'aide d'un radar et maintiennent par radio le contact avec les pilotes. Chaque fois qu'un appareil entre dans leur espace aérien, un ordinateur imprime une bande de papier, le strip, comportant les informations qui s'y rapportent (type d'appareil, aéroports de départ/d'arrivée, numéros de vol, d'identifiant *etc.*) et son plan de vol (vitesse, trajet, altitude, *etc.*).

Lorsqu'il entend l'imprimante, le contrôleur prend le strip et le place en face de lui avec les autres bandes représentant les appareils dont il est responsable. À chaque passage de l'appareil dans le secteur, le contrôleur annote régulièrement chaque strip à la main, indiquant par exemple, les changements d'altitude, l'éventuel transfert du contrôle à un autre centre, *etc.* Un strip peut donc être annoté plusieurs fois. Le contrôleur peut aussi modifier la position des strips en regroupant ceux des appareils qui sont trop proches l'un de l'autre ou en les disposant en fonction du secteur dans lequel les avions se trouvent. Lorsqu'un appareil sort de leur contrôle (par exemple, lorsqu'il a atterri), le strip qui s'y rapporte est retiré.

Voici un exemple d'un strip annoté :



[Source: perso.tls.cena.fr/chatty/biblio/CHI96/sc_txt.htm]

On a dépensé beaucoup d'argent pour mettre au point un logiciel qui remplacerait les strips, mais de nombreux contrôleurs restent réticents à l'idée de changer un système qui s'est révélé si fiable dans un domaine comme le contrôle aérien, où la sécurité est essentielle.

« Les contrôleurs aériens préfèrent les strips. Cette interface leur est familière, facile à utiliser, elle les aide à comprendre instantanément l'état actuel du trafic et leur permet de communiquer sans s'interrompre les uns les autres. »⁶

Ils pensent que la manipulation d'une interface informatique les distrairait de leurs tâches et que des données importantes pourraient être automatiquement mises à jour sans que personne ne le remarque.

⁵ http://fr.wikipedia.org/wiki/Contr%C3%B4le_du_trafic_a%C3%A9rien

⁶ Wendy E. MacKay, Université d'Aarhus

Traitement des bagages : Conception de logiciel

La principale fonction d'un système de traitement des bagages consiste à transporter rapidement les bagages d'un point d'entrée (par exemple un comptoir d'enregistrement) à un point de sortie prédéterminé (par exemple, un conteneur qui sera chargé dans l'appareil). Certains éléments du cycle de vie de ce système pour la conception du système de bagages de l'aéroport de Londres Heathrow (Terminal 5) sont exposés ci-dessous.

Spécifications des exigences

Les spécifications doivent avoir fait l'objet d'un accord entre les deux parties concernées, l'entreprise qui gère l'aéroport (British Airports Authority), et la compagnie qui utiliserait de manière exclusive le nouveau terminal (British Airways).

Entre le moment où le bagage entre dans le système et celui où il arrive à destination, dans l'aéroport, plusieurs processus peuvent lui être appliqués. Ainsi, il peut être :

- identifié automatiquement par son étiquette
- fouillé à la recherche d'explosifs (par des appareils automatiques de contrôle des bagages enregistrés)
- stocké dans une consigne (si les passagers sont trop en avance)
- codé manuellement (pour résoudre les problèmes d'informations relatives aux bagages)
- trié selon les positions de chargement des vols (tri automatique)
- traité rapidement (pour les bagages en retard qui nécessitent un traitement urgent)
- géré manuellement (pour les bagages de grande taille ; et les systèmes de chargement/déchargement)
- vérifié (examiné pour voir s'il est autorisé à être chargé dans l'appareil, par exemple, pour éviter qu'un bagage voyage sans son propriétaire).⁷

Problème de développement

Voici quelques problèmes potentiels :

- utilisation de nombreux fournisseurs
- emploi d'une conception totalement nouvelle
- durée du projet (cycle de vie de 7 ans), impliquant la possibilité d'un changement des spécifications.

Test

Le système fonctionnant 24h/24, il est essentiel qu'il soit testé de manière détaillée avant son installation, à l'aide par exemple de simulateurs 3D de réalité virtuelle pour la gestion des bagages.



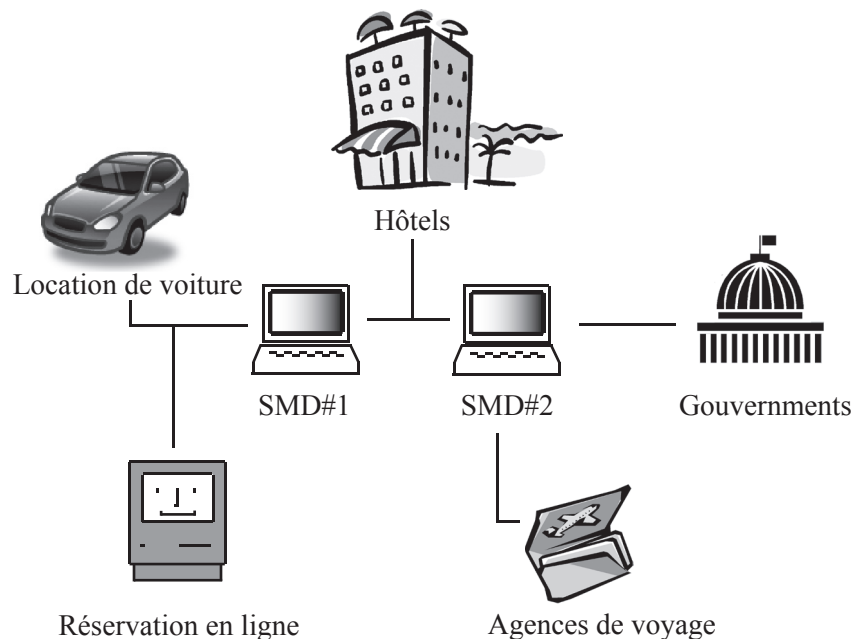
⁷ http://newsweaver.ie/qualtech/e_article000776781.cfm?x=b11

Systemes de reservation

Lorsqu'un client réserve un vol, un enregistrement unique ou « dossier passager » (DP) est créé. Il contient des informations liées aux vol et au passager. Si ce dernier loue une voiture ou réserve un hôtel en même temps, cette information y sera aussi stockée.

Peu de compagnies aériennes conservent ces dossiers sur leur système. Elles préfèrent s'abonner à un « Système mondial de distribution » (SMD), qui stocke dans ses bases de données les informations de vol et les DP de plusieurs compagnies aériennes. Aujourd'hui, il existe quatre principaux SMD : Amadeus, Galileo, Sabre et Wordspan. Les agences de voyage y sont connectées via des réseaux étendus (WAN).

Différentes sources contribuent à un dossier passager



Ces SMD utilisent un format similaire pour leurs dossiers afin que les informations puissent être échangées. Les systèmes de réservation informatisés peuvent ainsi réserver très rapidement les vols d'une ou de plusieurs compagnies aériennes. Ces dernières années, certains gouvernements ont demandé l'ajout de nouvelles informations personnelles détaillées dans le DP. Un accord a été conclu, à la grande inquiétude des organisations de défense des droits de l'homme. En effet, ces informations pourraient être accessibles aux gouvernements et utilisées pour lutter contre certains actes criminels graves.

Un DP pourrait donc contenir des informations liées aux cartes de crédit, des adresses, des numéros de téléphone, des contacts d'urgence, des informations sur les personnes qui voyagent ensemble, les préférences personnelles (pour les repas par exemple), des informations sur l'état de santé, *etc.*

Services aux passagers

Affichage

Les informations sont transmises aux passagers par le biais soit d'écrans (tableau d'affichage des vols) soit d'annonces publiques.

ARRIVÉES				Date: 29 juil Heure: 11:38:00	
No. VOL	HEURE	PROVENANCE	OBSERVATIONS		
RE 311	11:30	DUBLIN	ATTEI	11:28	
GR 067	11:35	GUERNSEY	ATTEI	11:35	
EZY 359	11:50	GLASGOW	PRÉVU	11:55	
FCA 101	12:10	RHODES	EN RETARD	12:55	
KL 227	12:22	AMSTERDAM	PRÉVU	12:28	
OL 863	12:56	HAMBOURG	EN RETARD	13:43	
EZY 797	13:12	MALAGA	PRÉVU	13:14	
SN 257	13:20	BRUXELLES	PRÉVU	13:20	
AF 263	13:35	PARIS			
EZY 179	13:42	EDIMBOURG			
EZY 479	13:48	VALENCE			

M. Wallace attend M. Jones, passager du vol EZY 359 en provenance de Glasgow
Veuillez vous rendre au bureau de renseignements de l'aéroport

Chaque vol est automatiquement classé dans les arrivées ou les départs et apparaît sur les pages pertinentes des écrans publics. Les informations affichées comprennent : numéro de vol, nom de l'aéroport, heure d'arrivée ou de départ, heure prévue et état (à l'heure, prévu, atterri/décollé).

Les dossiers de vol sont triés en fonction des mêmes critères que les écrans de l'ATC (autrement dit, selon l'heure prévue de mouvement) et retirés de l'écran quelques minutes après que le vol soit indiqué comme « Atterri » ou « Décollé », une fois l'heure réelle saisie par l'ATC.

Annonces

Traditionnellement, les annonces d'aéroports étaient réalisées à l'aide d'enregistrements de voix réelles. Ceci entraînait inévitablement des messages bizarres, car différentes phrases étaient « collées » ensemble. Des problèmes survenaient si de nouvelles compagnies aériennes ou de nouvelles destinations apparaissaient, car il fallait alors effectuer de nouveaux enregistrements (avec peut-être des voix différentes). Ces dernières années, de nouveaux systèmes automatiques qui n'utilisent pas d'enregistrements vocaux réels, ont été mis au point.

Le système développé pour l'aéroport d'Heathrow génère et stock les phonèmes (sons) qui composent une langue. Ces derniers dépendent, non seulement de la disposition des lettres au sein d'une syllabe, mais aussi de la position des mots dans la phrase, et des mots apparaissant immédiatement avant et après. Le mot « *passenger* » (passager) par exemple, est associé à 36 phonèmes.⁸ Le système est lié au tableau d'affichage des vols de l'aéroport, afin que les annonces puissent être faites de manière dynamique, en temps réel. Le système a été introduit en deux phases. La première traitait les annonces passagers d'ordre général dans les différents terminaux. La seconde phase fut introduite aux différentes portes d'embarquement et a permis à chaque poste de générer des annonces locales.

⁸ <http://www.airport-int.com/categories/airport-terminal-announcements/its-phonemenal.asp>

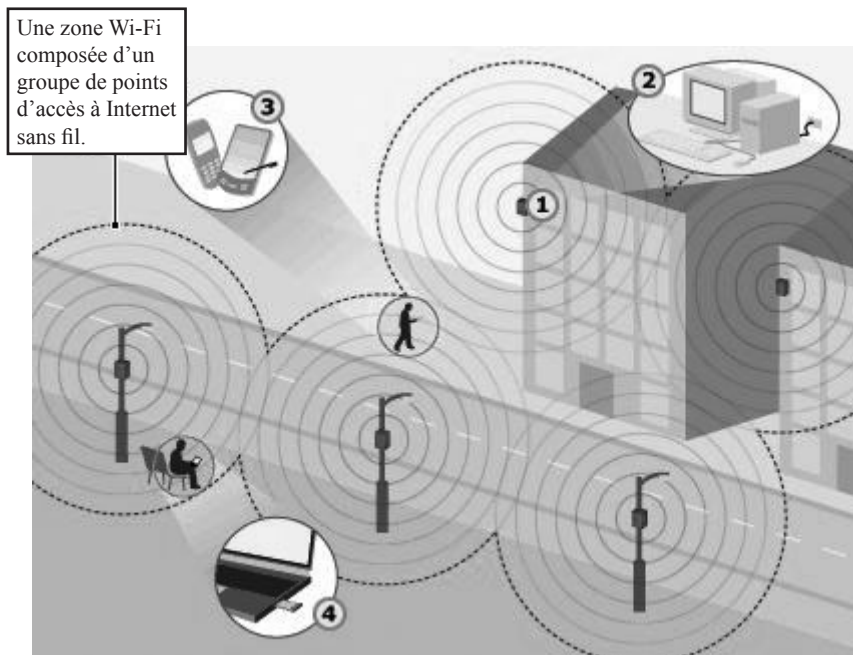
Wi-Fi

La plupart des aéroports fournissent à présent des points d'accès à Internet sans fil. Pour connecter leur portable à Internet, les utilisateurs doivent saisir le nom d'utilisateur et le mot de passe qui leur sont attribués une fois le service payé (à l'aide de bons d'échange, de cartes de crédit, etc.).

Le Wi-Fi utilisait initialement le système WEP (*Wired equivalent privacy*, confidentialité équivalente aux transmissions par fil), une technologie de chiffrement conçue pour sécuriser les données transférées entre le transmetteur et l'ordinateur portable de l'utilisateur. Mais il s'est vite avéré très facile de « casser » cette technologie. Une méthode consistait à « tromper » le portable de l'utilisateur pour lui faire croire qu'il s'était connecté à un réseau sécurisé, ce qui n'était en fait pas le cas. Cette arnaque exploitait le système basique d'établissement de liaison.

Un système de sécurité amélioré, « *Wi-Fi protected access* » (WPA2) est à présent disponible, et s'est révélé très sûr. Mais il est toujours conseillé que le fournisseur de services utilise des mots de passe solides.

Le Wi-Fi est un ensemble de normes mondiales qui utilise une radio-fréquence de 2,4 GHz (la même que celle des téléphones mobiles) qui porte jusqu'à 100 mètres. En 2008, les taux de transfert avaient atteint 11 Mbits/s.



[Source: <http://www.bbc.co.uk/news>]

La dépendance informatique est-elle trop importante ?

Cette étude de cas a montré que les systèmes informatiques sont aujourd’hui au cœur de tous les domaines d’un aéroport moderne et contribuent à rendre le trafic aérien plus sûr, plus efficace et plus agréable.

L’évolution de la technologie rend probablement inévitable la complexification de ces systèmes, ce qui peut parfois poser problème.

En août 2007, le système informatique utilisé par l’agence américaine de protection des frontières et des douanes (United States Customs and Border Protection Agency) à l’aéroport international de Los Angeles tomba en panne. 20 000 passagers restèrent coincés dans l’aéroport pendant plusieurs heures, avant de pouvoir entrer sur le territoire américain.⁹

En juillet 2008, dans l’aéroport de Dublin, en Irlande, une carte réseau défectueuse entraîna la panne d’un système radar d’une valeur de 100 millions de dollars US, ce qui provoqua des retards pour plusieurs milliers de passagers.¹⁰

Nous entendons souvent parler de systèmes affectés par les hackers ou par des employés cherchant à se venger, mais dans les deux exemples que nous venons de voir (et dans beaucoup d’autres cas), les coupables sont les systèmes eux-mêmes.

En effet, plus le système est complexe, plus les pannes qui peuvent le toucher sont variées et plus les réparations sont longues. Notre dépendance de plus en plus marquée à l’égard des systèmes informatiques, que ce soit dans les aéroports, mais aussi dans tous les domaines de la vie quotidienne, entraîne des conséquences de plus en plus graves en cas de panne.

⁹ *The New York Times*, 12 septembre 2007

¹⁰ <http://www.irishtimes.com/newspaper/breaking/2008/0717/breaking73.htm>

Annexe I – Abréviations utilisées dans cette étude de cas

- 3D – tridimensionnel
- ATC – contrôle de la circulation aérienne
- DP – dossier passager
- IP – protocole Internet
- IRF – identification par radio-fréquence
- T5 – Terminal 5 (aéroport de Londres Heathrow)
- UE – Union européenne
- WEP – (*Wired equivalent privacy*) confidentialité équivalente aux transmissions par fil
- Wi-Fi – (*Wireless fidelity*) technologie d'accès à Internet sans fil
- WPA – *Wi-Fi protected access*

Annexe II – Bibliographie

Contrôle de la circulation aérienne.

URL: http://fr.wikipedia.org/wiki/Contr%C3%B4le_du_trafic_a%C3%A9rien

Airport Security.

URL: <http://www.saic.com/aviation/security.html>

Banks, J. *T5 – We Have the Technology.* 1 février 2007.

URL: <http://www.airport-technology.com/features/feature916/>

The Brain in Spain.

URL: <http://www.airport-int.com/categories/artificial-announcement-systems/artificial-announcement-systems.asp>

Derksen, R. van der Wouden, H. and Heath, P.

Testing The Heathrow Terminal 5 Baggage Handling System – Before It Is Built. 3 avril 2007.

URL: http://newsweaver.ie/qualtech/e_article000776781.cfm?x=b11,0,w

Duffy, J. *The future of airport security.* 12 novembre 2003.

URL: http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/magazine/3263343.stm

Faulty computer blamed for airport radar breakdown. 17 juillet 2008.

URL: <http://www.irishtimes.com/newspaper/breaking/2008/0717/breaking73.htm>

Friedlos, D. *BA pilots T5 technical systems.* 12 avril 2007.

URL: <http://www.pcw.co.uk/computing/analysis/2187576/pilots-t5-technical-systems>

Gibbs, W. (Septembre 1994), “Software’s Chronic Crisis”. *Scientific American*. **271**, pages 72-81.

URL: <http://www.cis.gsu.edu/~mmoore/CIS3300/handouts/SciAmSept1994.html>

Godin, J. *It’s Phoneme-nal.*

URL: <http://www.airport-int.com/categories/airport-terminal-announcements/its-phonemenal.asp>

Hasbrouck, E. *What’s in a Passenger Name Record (PNR)?*

URL: <http://www.hasbrouck.org/articles/PNR.html>

Jha, A. *How tagging passengers could improve airport security.* 13 octobre 2006.

URL: <http://www.guardian.co.uk/business/2006/oct/13/theairlineindustry.terrorism>

Leake, J. *Chaos continues at Heathrow’s T5 as more flights are cancelled.* 29 mars 2008.

URL: <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/uk/article3645398.ece>

Mackay, Wendy E. (2000), “Is Paper Safer? The Role of Paper Flight Strips in Air Traffic Control”.

ACM/Transactions on Computer-Human Interaction. **6 (4)**, pages 311-340.

Passengers stuck in planes after computer fails. 12 août 2007.

URL: <http://www.cnn.com/2007/US/08/12/LAXBackup.ap/index.html>

Ranganathan, A. *Fog and the air traffic chaos*. 27 décembre 2006.

URL: <http://www.thehindubusinessline.com/2006/12/27/stories/2006122700070900.htm>

Schwartz, J. *Who Needs Hackers?* 12 septembre 2007.

URL: <http://www.nytimes.com/2007/09/12/technology/techspecial/12threat.html>

Stevens, T. *The cost of privacy : biometrics at London Heathrow T5*. 24 mars 2008.

URL: <http://www.computerweekly.com/blogs/the-data-trust-blog/2008/03/the-cost-of-privacy-biometrics.html>

Technology.

URL: <http://www.idlane.com/technology.htm>

Valdes, M. *Alaska Airlines, Sea-Tac Airport look to streamline check-in*. 10 août 2007

URL: http://seattletimes.nwsourc.com/html/travel/2003830033_alaskaairweb10.html

Vancouver Airport.

URL: <http://www.alstec.com/Main/ALSTECGroup/AirportsLogistics/CaseStudies/VancouverAirport/>

WiFi at the Airport.

URL: http://www2.prg.aero/en/site/klient/sluzby_kontakty/komunikace/wifi.htm

Wi-Fi security system is “broken”. 19 octobre 2007.

URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7052223.stm>
