

SKYGUIDE « MONITORE » LES RADARS DE SURVEILLANCE DU CIEL EN 4D



« C'est par la force de démonstration d'un prototype que j'ai pu convaincre mes managers de la performance d'une solution 4D. D'autant qu'elle offre de nombreux atouts tels que l'intégration d'une base de type SQL, un environnement de développement complet et convivial, l'ouverture sur l'extérieur à travers plugin et composants, et sa simplicité de maintenance. »

Jean-Rémi Dunand
Expert analyste en données radar
chez skyguide



source: Genève Aéroport, Tour de contrôle et satellite 10

La tour de contrôle de l'aéroport de Genève-Cointrin.

Jean-Rémi Dunand, expert analyste en données radar chez skyguide, organisme suisse de contrôle de trafic aérien et de services de navigation aérienne, a développé en environnement 4D une application de suivi qualité de la chaîne de surveillance du trafic aérien. Explications...

Pays de montagnes, la Suisse est d'accès délicat pour les avions en approche d'un aéroport. C'est aussi l'un des points de croisement de routes aériennes les plus complexes d'Europe pour les avions « en route ». Cette situation exige un réseau de surveillance radar particulièrement fiable et de haute précision. Pour assurer un monitoring qualité des équipements, en relation avec les services maintenance de skyguide, Jean-Rémi Dunand a développé un système complet de suivi et traitement de données radar en environnement 4D. « Son but, explique-t-il, est de détecter une quelconque dégradation de performance du système de surveillance avant qu'elle n'ait un impact opérationnel et qu'elle ne crée une gêne pour le contrôleur aérien. »

S'il a fait largement ses preuves, ce système – appelé SCQUAM comme Surveillance Chain Quality Monitoring – intéresse aujourd'hui les collègues européens du développeur et illustre la longue genèse d'une démarche innovante... lancée en 2001.

La genèse d'une innovation

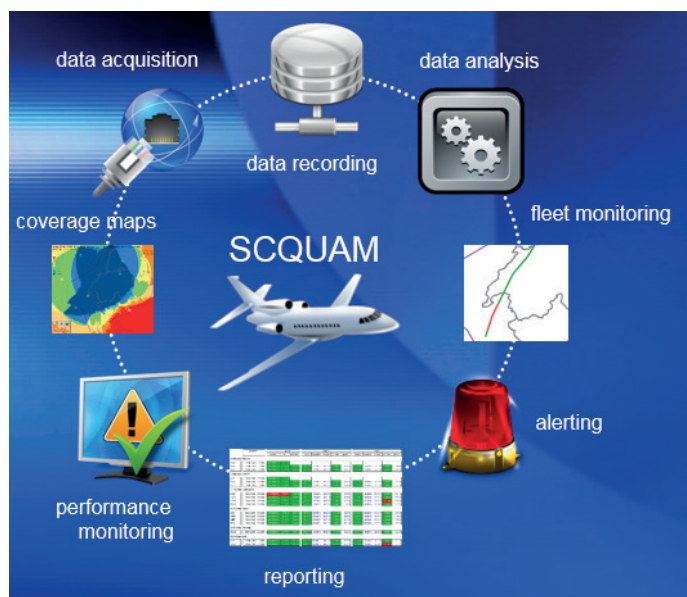
« Quand j'arrive chez skyguide en 2001, raconte Jean-Rémi Dunand, l'organisme de contrôle aérien me charge de suivre la qualité des radars. Il apparaît qu'analyser leur fonctionnement une ou deux fois par mois et même une fois par semaine ne suffit pas pour assurer la sécurité aérienne. Nous en déduisons aussi qu'il faut automatiser en temps réel tout le processus de mesure de la qualité, depuis l'acquisition des données jusqu'à leur analyse et à la présentation des résultats et des alertes aux équipes d'ingénieurs et de maintenance. »

La plupart des organismes de contrôle européens, à l'époque, exportent les données acquises vers des tableurs Excel avec lesquels ils éditent des graphes. Non satisfait par cette méthode lente et lourde, et ayant déjà travaillé en 4D dans un poste antérieur, Jean-Rémi Dunand voit tout de suite le parti qu'il peut tirer de cet environnement de base de données. Il commence alors à développer sur son PC une application très simple qui permet de réaliser des graphes et autres éditions.

À la découverte de problèmes insoupçonnés...

Ce premier « prototype » suscite l'intérêt de ses collègues chargés de la maintenance des radars. Ils découvrent alors des problèmes de fonctionnement radar qu'ils ne soupçonnaient pas jusqu'alors. Par exemple des erreurs de datation, ou des instabilités de certains paramètres, dues notamment à des variations de la pression atmosphérique qui, sans mettre en cause la sécurité aérienne, nécessitaient d'être corrigés.

« Les principaux paramètres que nous avons à surveiller sur un radar sont la qualité de la détection des avions dans les espaces contrôlés, la précision de leurs positions et pistes (trajectoires) présentées aux contrôleurs, et l'identification des fausses pistes dues par exemple aux réflexions créées par une grue installée à proximité d'un radar », détaille le développeur. Fort de son premier succès d'estime, il lui faut ensuite près de deux ans pour enrichir son prototype au fil des demandes des utilisateurs.



Du monitoring radar à celui de la chaîne de surveillance

Les renseignements fournis par le prototype ayant montré leur intérêt, skyguide décide en 2003 de créer un projet pour transformer ce prototype en un système de monitoring continu de la qualité des radars de surveillance aéronautique. Celui-ci doit alimenter en salle de contrôle une interface permettant au superviseur technique de contrôler cette qualité.

Au cours de cette longue période de développement, le scope de l'application évolue passant du RQM (Radar Quality Monitoring) au SCQUAM (Surveillance Chain Quality Monitoring) dépassant le cadre des radars. Ce système doit alors traiter les données, non seulement de seize radars en Suisse, mais aussi celles des équipements « multi radar tracker » et des transpondeurs embarqués sur les avions.

En 2006, SCQUAM est opérationnel en mode client/serveur. En 2009, il fait des émules en France où Jean-Rémi Dunand l'installe pour monitorer 50 radars à la demande de la Direction nationale des Services de Navigation Aérienne à Toulouse.

Des informations immédiatement exploitables par les contrôleurs aériens

Chaque système SCQUAM se compose d'une machine Linux et d'une machine Windows. La première assure en temps réel la capture et l'enregistrement des flux radars / trackers ainsi que le traitement de ces données. Elle envoie les résultats à la seconde qui héberge le SCQUAM serveur auquel se connectent les utilisateurs depuis leur PC.

Tournant depuis 2015 en environnement 4D v.15.2, SCQUAM permet à skyguide de prouver la conformité de ses équipements aux spécifications techniques contenues dans certaines réglementations européennes, dont EC1207 (et l'ESASSP, EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance) et EC262. Il fournit au système de gestion de trafic aérien un flux d'informations immédiatement exploitables par les ingénieurs et techniciens, sous la forme de tableaux, de graphes et de cartes de visibilité.

« Grâce à 4D et à la possibilité de développer des algorithmes complexes dans un plug-in externe, affirme Jean-Rémi Dunand, nous avons été les premiers en Europe à fournir aux contrôleurs aériens des cartes de visibilité avec une haute résolution de 25 x 25 m, nettement plus précises que les précédentes cartes à une échelle de plusieurs kilomètres, ce qui est fondamental pour un pays montagneux comme la Suisse. »

Les bénéfices de la solution de monitoring en environnement 4D

- L'application a permis d'identifier, puis de corriger divers problèmes de datation des données qui se sont réduits à seulement un cas tous les trois mois. Ce niveau de qualité est indispensable dans un système temps réel qui ignore les données trop anciennes (de plusieurs secondes).

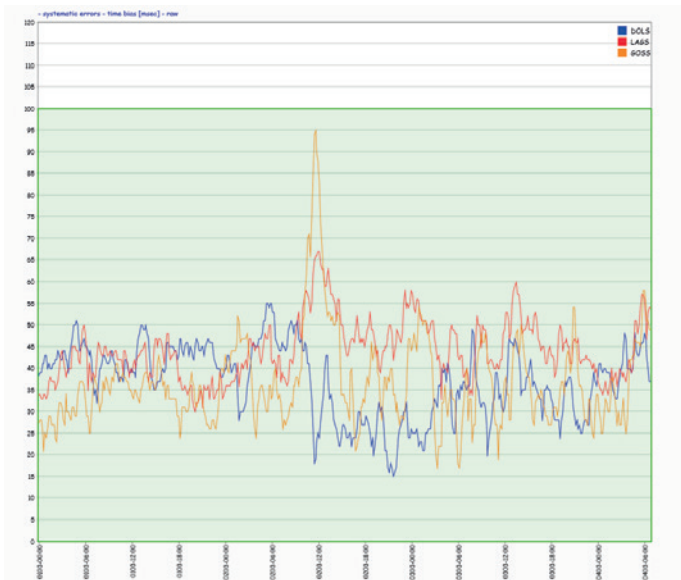
- L'outil de monitoring met en évidence en temps réel une dégradation éventuelle du système : augmentation des délais de transmission, baisse de la probabilité de détection, dégradation de la précision, augmentation du taux de fausses pistes, désalignement d'un radar par rapport au nord, identification d'avions dont le transpondeur n'a pas le comportement attendu...

- Il permet aussi de comparer graphiquement la qualité des réseaux afin de détecter immédiatement les problèmes et de contacter les équipes de maintenance réseaux suisses ou étrangères pour y remédier.

- La génération automatique de rapports mensuels (4D Write) sert de preuve de la conformité de la qualité des équipements radar aux exigences réglementaires européennes.

- L'avancée technologique : alors que la plupart des autres organismes de contrôle aérien font des analyses ponctuelles, au cas par cas, celles de SCQUAM sont automatisées, toutes les heures. Leurs résultats sont immédiatement consultables sous forme de tableaux ou graphes. Le système comporte beaucoup plus de fonctionnalités et mesure beaucoup plus d'indicateurs de performance que la pratique habituelle. Son lien très fort avec le logiciel d'analyse radar fourni par EUROCONTROL (SASS-C) offre l'avantage de tout intégrer en un seul outil.

- EUROCONTROL reconnaît SCQUAM comme un outil performant que Jean-Rémi Dunand est souvent amené à présenter lors de réunions européennes, et dont les résultats sont exploités lors des discussions techniques.



L'estimation du biais en temps de trois radars par l'équipement « multi-radar tracker ».

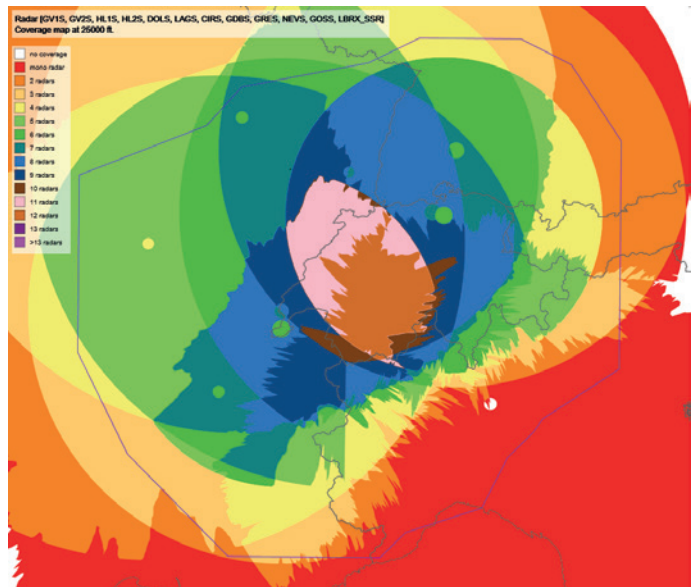
sensor	datetime	global				mode A				mode C				
		availab.	PD	ovf codes	overall	validated	correct	inc. valid.	garbled	overall	validated	correct	inc. valid.	garbled
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.29 %			99.80 %	99.93 %	99.80 %	0.11 %	0.01 %	99.91 %	99.91 %	99.91 %	0.00 %	0.06 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.90 %		0.11 %	99.80 %	99.93 %	99.80 %	0.11 %	0.01 %	99.91 %	99.91 %	99.91 %	0.00 %	0.06 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.71 %		0.11 %	99.83 %	99.95 %	99.83 %	0.11 %	0.02 %	99.94 %	99.94 %	99.94 %	0.00 %	0.06 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	92.56 %			99.93 %	99.93 %	99.89 %	0.01 %	0.00 %	99.88 %	99.88 %	99.88 %	0.00 %	0.06 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.81 %		0.01 %	99.89 %	99.93 %	99.89 %	0.01 %	0.00 %	99.86 %	99.86 %	99.86 %	0.00 %	0.07 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.90 %		0.00 %	99.94 %	99.94 %	99.94 %	0.00 %	0.01 %	99.86 %	99.86 %	99.86 %	0.00 %	0.07 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.61 %		0.05 %	99.80 %	99.95 %	99.88 %	0.05 %	0.07 %	99.94 %	99.94 %	99.95 %	0.00 %	0.03 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.74 %		0.01 %	99.92 %	99.95 %	99.92 %	0.01 %	0.05 %	99.91 %	99.91 %	99.91 %	0.00 %	0.00 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.56 %		0.09 %	99.87 %	99.99 %	99.97 %	0.02 %	1.35 %	99.08 %	99.15 %	99.84 %	0.07 %	1.36 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	98.14 %		0.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	0.00 %	0.95 %	99.84 %	99.84 %	99.84 %	0.00 %	1.28 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	98.41 %		0.00 %	99.99 %	100.00 %	99.99 %	0.00 %	0.33 %	99.99 %	99.99 %	100.00 %	0.00 %	1.11 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.29 %		0.00 %	99.98 %	99.99 %	99.98 %	0.00 %	0.15 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	0.00 %	0.67 %
28.11.2015 - 14:00:00	99.99150	92.05 %												
28.11.2015 - 14:00:00	99.96980	99.68 %		0.01 %	99.90 %	100.00 %	99.98 %	0.01 %	0.93 %	99.99 %	99.99 %	100.00 %	0.00 %	1.20 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.96 %		0.00 %	99.98 %	100.00 %	99.98 %	0.00 %	0.12 %	99.98 %	99.99 %	99.99 %	0.00 %	0.07 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	97.69 %		0.00 %	99.76 %	99.77 %	99.98 %	0.00 %	0.00 %	99.77 %	99.77 %	99.78 %	0.00 %	0.00 %
28.11.2015 - 14:00:00	100.00000	99.59 %		0.01 %	99.96 %	100.00 %	99.96 %	0.01 %	0.00 %	99.99 %	99.99 %	100.00 %	0.00 %	0.00 %
28.11.2015 - 14:00:00	99.98380	98.60 %		0.01 %	99.65 %	99.67 %	99.98 %	0.01 %	0.00 %	99.57 %	99.57 %	99.58 %	0.00 %	0.00 %

Le tableau de synthèse de la qualité de détection des avions par l'ensemble des radars. Les valeurs en rouge sont celles pour lesquelles le radar est au-delà des recommandations, ce qui ne signifie pas forcément un problème ! Le rôle de Jean-Rémi Dunand consiste à analyser chaque valeur en rouge, à l'expliquer, à évaluer si elle peut avoir un impact opérationnel (auquel cas le radar sera déconnecté de la chaîne opérationnelle jusqu'au retour à la normale), et, le cas échéant, à déclencher des actions correctives.

A propos de 4D

Avec plus de 30 ans d'expérience dans le domaine de l'ingénierie logicielle et des bases de données, le groupe 4D, dont le siège mondial est situé en région parisienne, propose aux développeurs et aux entreprises une plateforme logicielle intégrée permettant d'accélérer et de simplifier le développement et le déploiement d'applications Desktop, Client-Serveur et de Business Internet Applications. Les logiciels 4D sont utilisés dans plus de 70 pays par plus de 10 000 sociétés éditrices de progiciels et intégrateurs de solutions métiers, servant des millions d'utilisateurs finaux.

Rolande Courté
rolande.courte@4d.com
www.4d.com/fr



La simulation de couverture multi-radar sans les radars du sud des Alpes, pour simuler par exemple l'impact d'un cas d'une panne radar alors qu'une maintenance est en cours sur un radar. Si cela arrive, SCQUAM montre qu'il faudrait augmenter les séparations entre avions dans la zone rouge.

A propos de skyguide

Organisme suisse de contrôle de trafic aérien et de services de navigation aérienne, skyguide emploie quelque 1 500 personnes. Cet effectif comprend notamment plus de 560 contrôleurs(euses) de la circulation aérienne civils et militaires, et quelques 300 ingénieurs, techniciens et informaticiens, responsables du développement et de l'entretien de ses installations techniques.

Le système de gestion de la sécurité (SMS/Safety Management System) fait partie intégrante du processus de gestion de skyguide, qui le conduit à identifier, évaluer et gérer systématiquement les risques potentiels, au niveau humain, procédural ou technique.

Nombre de vols IFR contrôlés en 2015 : 1,2 million.

Jean-Rémi Dunand
jean-remi.dunand@skyguide.ch
www.skyguide.ch/fr

