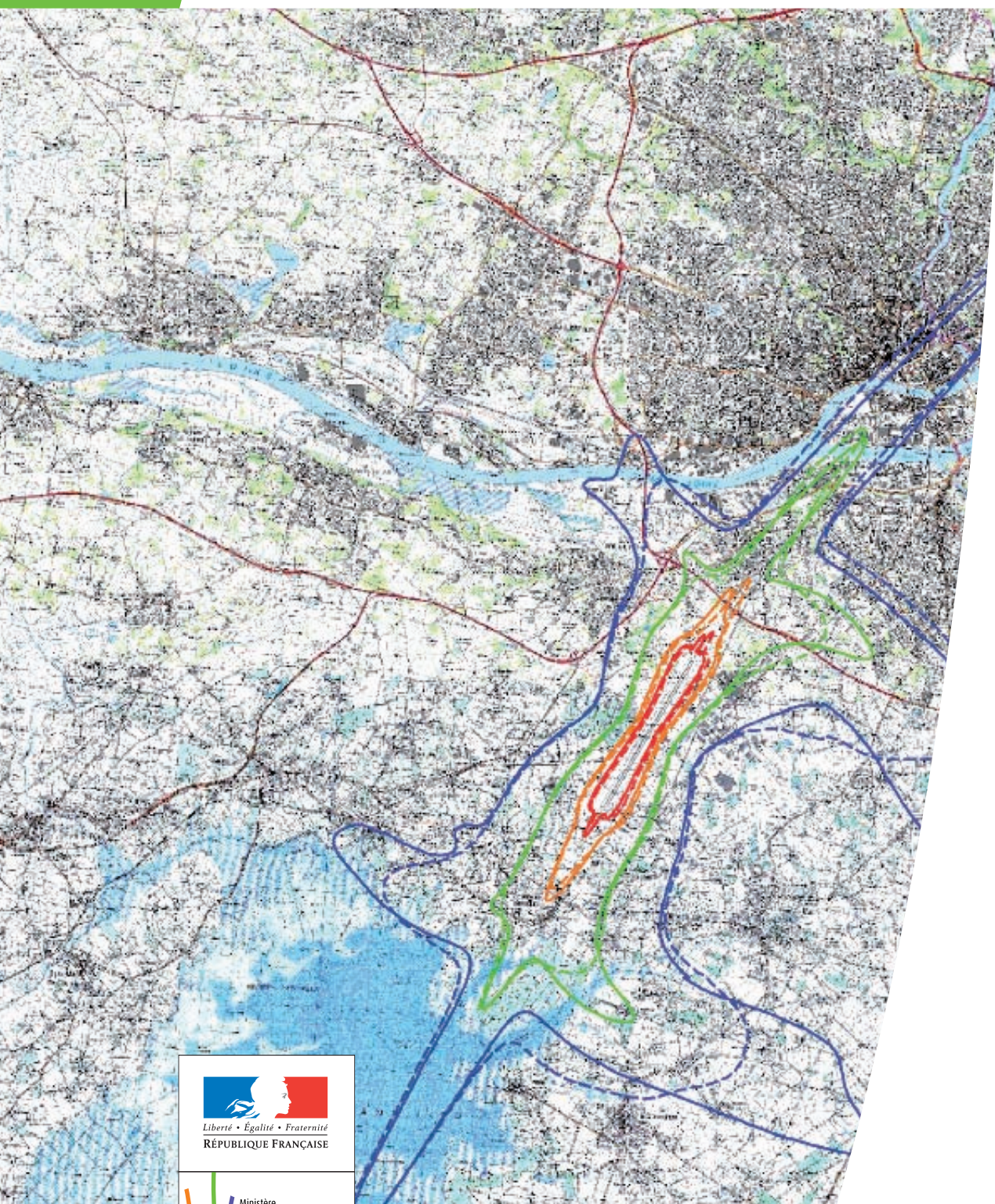


Utilisation des images radar pour l'élaboration des PEB

Cas du PEB de Nantes-Atlantiques



Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**



Utilisation des images radar pour l'élaboration des PEB

Cas du PEB de Nantes-Atlantique

REF : RAP/STAC/ACE/PEB-LFRS/08-287

Version v2r0
du 11/12/2008

direction générale
de l'Aviation civile

Service technique de
l'aviation civile

département
Aménagement, capacité,
environnement

division
Environnement



GESTION DOCUMENTAIRE**Validation du document**

Nom	Responsabilité	Date	Visa
Philippe Bélanger	Rédacteur	31/10/08	signé
Aude Malige / Daniel Cario	Vérificateur	31/10/08	signé
Jean-Philippe Dufour	Approbateur	31/10/08	signé

Diffusion du document

Type de diffusion :

Destinataires	Nb	Copies	Nb
DTA	2		

Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des Services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, est strictement interdite sans le consentement écrit du Service Technique de l'Aviation Civile.

Gestion des versions

Version	Date	Synthèse des évolutions	Auteur(s)	Page(s)
V2r0	11/12/08	Modifications des paramètres de modélisation de l'étude Elvira (case « modify NPD curves » cochée)	P. Bélanger	3, 11, 12, 13, 16, 18

Résumé

A hypothèses constantes, les deux méthodes de définition des trajectoires dans le logiciel INM (exploitation des enregistrements radar ou saisie des trajectoires théoriques définies dans les publications aéronautiques) conduisent, dans le cas présent du PEB de Nantes-Atlantique, à des résultats légèrement différents.

Lden	Surfaces (km ²) empreintes étude PEB 2004 ¹	Surfaces (km ²) empreintes étude Elvira	Ecart étude Elvira / étude PEB 2004
50	56.84	55.17	-2.9%
57	14.87	14.46	-2.75%
65	3.36	3,34	-0.6%
70	1.45	1,45	0%

En plus de la prise en compte de la dispersion des trajectoires qui induit un effet d'élargissement/raccourcissement des courbes et une réduction des surfaces d'exposition au bruit, les différences s'expliquent également par la modification des procédures d'approche depuis l'élaboration du PEB (forte limitation pour les approches à vue) et probablement par un biais radar résiduel après correction.

La présente étude ne permet pas de conclure sur la primauté d'une méthode sur l'autre pour définir les trajectoires sol dans le logiciel INM. Si l'analyse des « chevelus » est une méthode envisageable et intéressante pour cartographier le bruit à court terme autour des plus gros aéroports civils (courbes d'environnement sonore et PGS), cette méthode n'est pas généralisable à tous les PEB. La description géométrique des trajectoires associée à une dispersion théorique devrait permettre d'aboutir, dans la plupart des cas et à moindre coût, à un résultat satisfaisant et ne doit pas être systématiquement écartée.

Mots clés

PEB, Nantes-Atlantique, Elvira, Radar

¹ Sans dispersion et après recalage des approches à vue d'avions lourds

Table des matières

1. Objet et contexte de l'étude.....	6
2. Methodologie.....	6
2.1. Recueil des données.....	6
2.2. Traitement des données radar sous Elvira	7
2.2.1. Correction du biais radar	7
2.2.2. Echantillonnage sous ELVIRA	7
2.3. Création des trajectoires sous INM.....	7
3. Analyse des résultats.....	9
3.1. Trajectographie.....	9
3.2. Courbes	11
3.3. Surfaces et populations affectées	13
4. Conclusions.....	14
Annexe 1 - Comparaison étude Elvira / étude PEB 2004.....	16
Annexe 2 - Extrait du guide sur l'élaboration des cartes de bruit aérien (STAC, 2007).....	19
Annexe 3 - Extrait du doc 29, 3ème édition, vol1.....	21

1. OBJET ET CONTEXTE DE L'ETUDE

Il existe actuellement deux grandes méthodes pour prendre en compte les trajectoires sol suivies par les aéronefs dans le cadre de l'élaboration d'un document de cartographie du bruit par INM :

- Méthode 1 : description géométrique des trajectoires
- Méthode 2 : exploitation de données radar.

La dispersion latérale des trajectoires sol peut être prise en compte pour chacune de ces deux méthodes. Elle consiste à répartir le trafic sur plusieurs sous trajectoires autour d'une trajectoire nominale suivant une distribution statistique, la plupart du temps gaussienne. Les différentes sous-trajectoires peuvent être positionnées soit à partir d'une méthode générique et théorique de calcul de l'écart type le long de la trajectoire nominale (méthode 1), soit à partir de l'analyse statistique de données radar (méthode 2).

Les deux méthodes pour définir les trajectoires sol sont actuellement utilisées sur les aéroports français en fonction du type de carte, de la disponibilité des données, du contexte local et des connaissances des modélisateurs dans le domaine de la trajectographie. La méthode la plus couramment utilisée pour cartographier le bruit autour d'un aéroport reste la description géométrique des trajectoires.

L'ACNUSA a émis le souhait en janvier 2008 d'évaluer l'impact de la prise en compte des images radar sur les plans d'exposition au bruit.

Par lettre du 23 avril 2008, la Direction des affaires stratégiques et techniques de la DGAC a commandé au STAC une étude technique sur l'aéroport de Nantes-Atlantique afin de comparer le PEB approuvé en 2004 et réalisé à partir de trajectoires théoriques non dispersées avec les courbes obtenues après traitement des trajectoires radar.

Dans la suite du document, les abus de langage suivants sont effectués :

- « Etude PEB 2004 » : étude de la DAC Ouest initiée en 2002 et ayant abouti au PEB de Nantes Atlantique en 2004 après exclusion du trafic VFR et des tours de piste (cf. 2.1)
- « Etude Elvira » : étude STAC décrite dans le présent document et intégrant l'analyse de trajectoires radar

2. METHODOLOGIE

2.1. RECUEIL DES DONNEES

Les fichiers informatiques de l'étude PEB 2004 ont été transmis par la DAC Ouest. L'objectif de cette étude comparative étant d'évaluer isolément l'impact de la prise en compte des trajectoires radar sur les courbes résultats, toute chose restant égale par ailleurs, la version du logiciel et de la base de données initialement utilisée (version 6.0c²) a été réutilisée.

Les enregistrements radar fournis par la DSN couvrent une période de 15 jours, du 1^{er} mai 2007 au 15 mai 2007.

Les hypothèses de trafic (volume, typologie, répartition par trajectoires³, profils de vol, avions de substitution) et d'infrastructures sont les mêmes que celles prises en compte dans l'étude PEB 2004 (horizon d'étude unique 2010) à l'exception du trafic VFR d'avions légers (BEC58P et GASEPF) et des tours de piste qui ont été supprimés du fait de la difficulté d'identifier et de traiter aisément ce type de vols sous Elvira.

² Version estimée à partir de la date d'enregistrement de l'étude et de tests comparatifs

³ A l'exception des approches à vue d'avions lourds, cf. 2.2.2

2.2. TRAITEMENT DES DONNEES RADAR SOUS ELVIRA

2.2.1. Correction du biais radar

Le radar à partir duquel le traitement des trajectoires a été effectué est le radar secondaire de La Roche sur Yon (RY).

Le biais radar qui correspond à l'erreur systématique du radar a été corrigé à partir de la dernière campagne d'évaluation connue (21 décembre 2007) – section 3.2 *infra* point 3.

2.2.2. Echantillonnage sous ELVIRA

Les enregistrements fournis par la DSNR ont été visualisés et traités à l'aide de l'outil ELVIRA. Les séquences radar d'au moins 5 journées par QFU ont été analysées pour faire apparaître le maximum d'informations et identifier plus facilement les trajectoires moyennes.

Le traitement des trajectoires a été réalisé en isolant des paquets correspondant aux différentes trajectoires de l'étude PEB 2004. Les enregistrements ont été triés par QFU et par procédure sous Elvira.

Les trajectoires des vols VFR ont été supprimées sous Elvira.

Les approches à vue d'avions lourds volant aux instruments qui apparaissaient dans les hypothèses du PEB de 2004 n'ont pas pu être identifiées dans les enregistrements radar de 2007 car, d'après les publications AIP actuellement en vigueur, ce type d'approche est depuis interdit ou très limité pour les avions de plus de 5.7t. Le volume de trafic correspondant à ce type d'approche dans l'étude PEB 2004 a été affecté sur les trajectoires IFR standard dans l'étude Elvira.

Il n'y a donc pas concordance exacte entre les hypothèses de l'étude PEB 2004 qui prennent en compte des approches à vue d'avions lourds et les trajectoires de l'étude Elvira créées à partir des enregistrements de 2007.

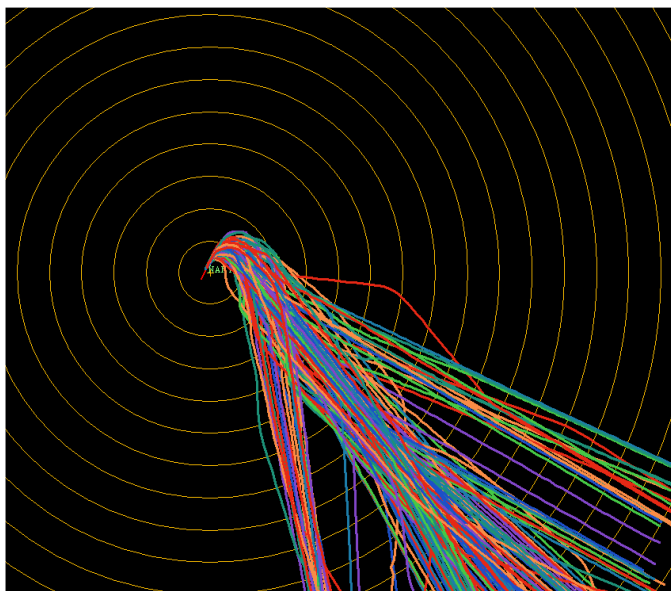


Figure 1: Exemple de traitement des trajectoires radar sous Elvira

2.3. CREATION DES TRAJECTOIRES SOUS INM

Les faisceaux de trajectoires triées sous Elvira ont ensuite été importés dans INM afin de créer automatiquement les trajectoires moyennes correspondantes.

La dispersion latérale autour des trajectoires moyennes a été modélisée dans INM à partir de l'analyse statistique des trajectoires radar importées. Le trafic correspondant à chaque faisceau de trajectoires a été

réparti suivant une distribution gaussienne sur 7 sous-trajectoires (3 sous-trajectoires de chaque côté de la trajectoire nominale).

Les noms choisis pour les trajectoires sont identiques à ceux retenus lors de l'étude PEB 2004.

A03AVE	Approches à vue d'avions volants aux instruments arrivant par l'est en piste 03
A03AVO	Approches à vue d'avions volants aux instruments arrivant par l'ouest en piste 03
A03IFR	Approches d'avions volants aux instruments arrivant en piste 03
VFR	Arrivées et départs d'avions Volant à vue en piste 03 et 21
A21AVE	Approches à vue d'avions volants aux instruments arrivant par l'est en piste 21
A21AVO	Approches à vue d'avions volants aux instruments arrivant par l'ouest en piste 21
A21IFR	Approches d'avions volants aux instruments arrivant en piste 21
DANG8N	Départs d'avions volants aux instruments à destination du nord est en piste 03
DBALN8N	Départs d'avions volants aux instruments à destination du nord en piste 03
DMONTU8N	Départs d'avions volants aux instruments à destination du sud est en piste 03
DANG8S	Départs d'avions volants aux instruments à destination du nord est en piste 21
DBLANI8S	Départs d'avions volants aux instruments à destination du nord en piste 21
DERBIN8S	Départs d'avions volants aux instruments à destination du nord ouest en piste 21
DMONTU8S	Départs d'avions volants aux instrument à destination du sud est en piste 21
TDPE	Avion en entraînement tour de piste à l'est piste 03 et 21
TDPO	Avion en entraînement tour de piste à l'ouest piste 03 et 21

*Tableau 1: correspondance abrégations / trajectoires
(trajectoires en bleu non représentées dans l'étude Elvira)*

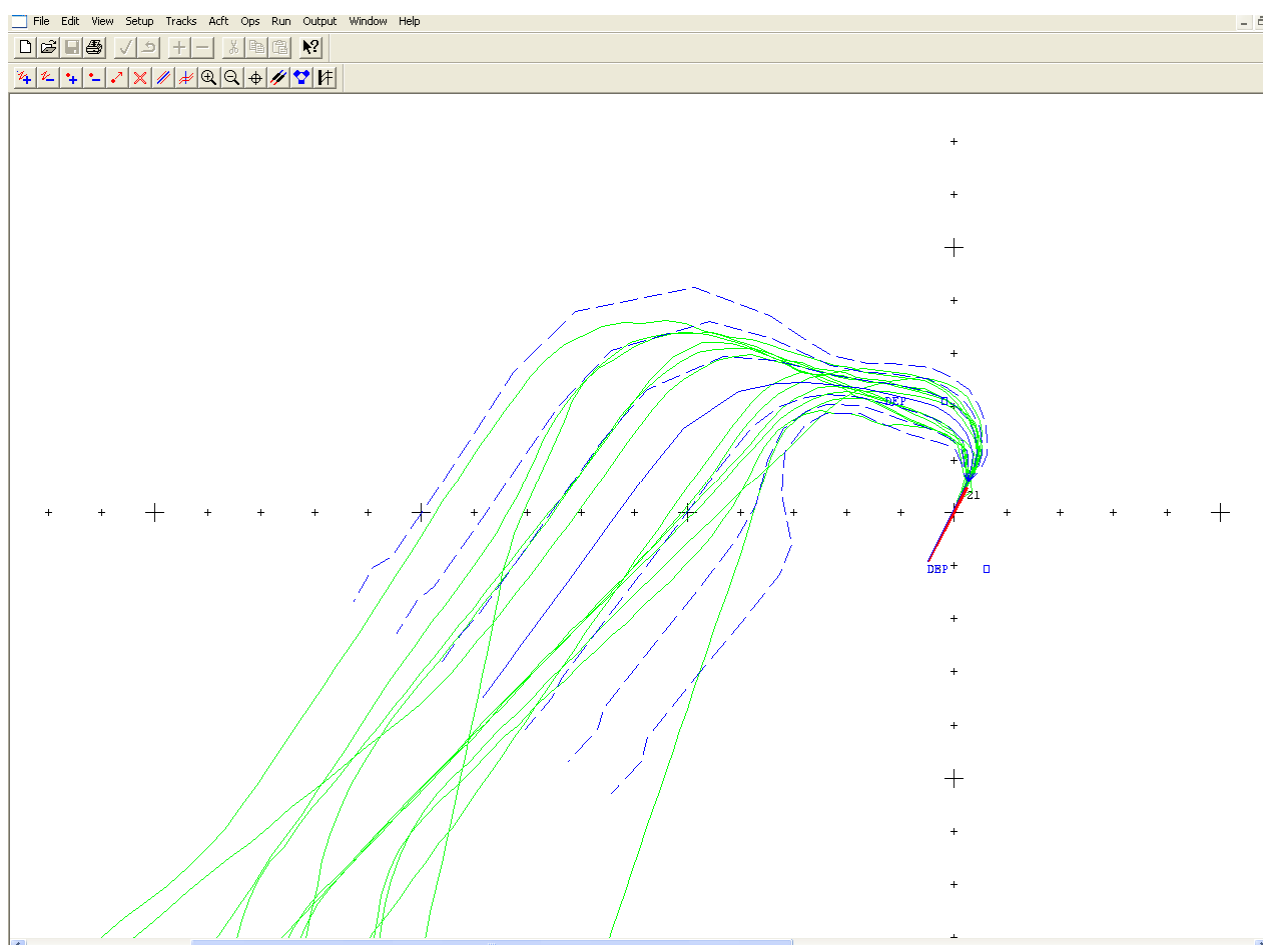


Figure 2: exemple de traitement d'un faisceau de trajectoires dans INM (trajectoires radar en vert, trajectoire moyenne et sous-trajectoires calculées dans INM à partir d'une analyse statistique en bleu)

3. ANALYSE DES RESULTATS

3.1. TRAJECTOGRAPHIE

Certaines trajectoires (approches à vue pour les avions lourds) ont évolué depuis l'élaboration du PEB de Nantes-Atlantique. Il est donc normal d'observer des écarts significatifs sur certaines trajectoires d'approche.

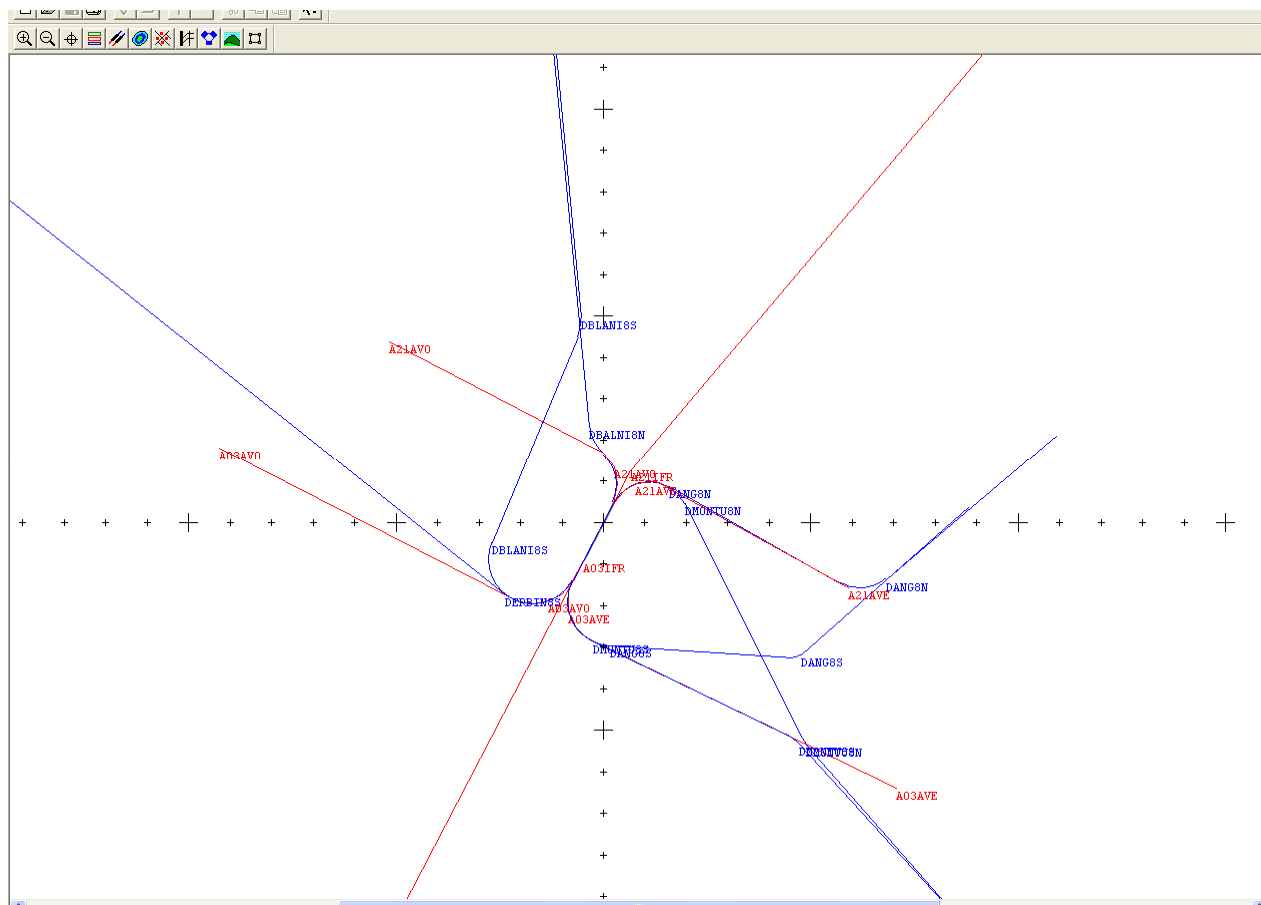


Figure 3: Trajectoires théoriques (PEB 2004)

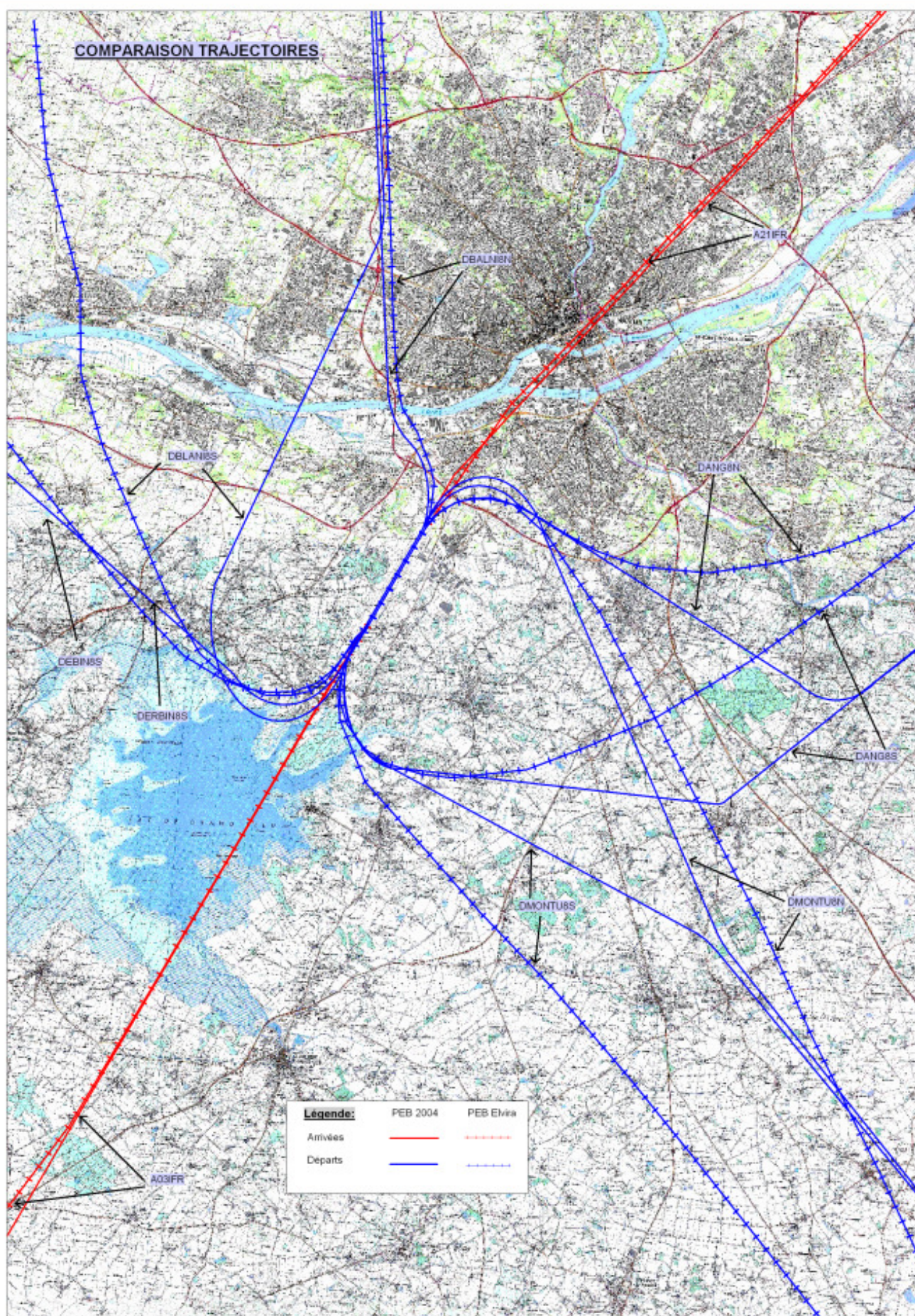


Figure 4: Superposition des trajectoires du PEB 2004 et de l'étude Elvira (trajectoires moyennes)

3.2. COURBES

Les différences en terme de courbes de bruit entre les deux études sont significatives mais restent limitées et explicables :

1. On remarque un phénomène d'élargissement/raccourcissement en extrémité de courbes (zones C et D) qui s'explique par la prise en compte de la dispersion des trajectoires dans l'étude Elvira: aucune dispersion (même théorique) n'avait été prise en compte dans l'étude PEB 2004. Ce phénomène d'élargissement/raccourcissement est observé de la même manière avec une dispersion théorique autour des trajectoires nominales (cf. *Figure 7*⁴).
2. La limitation (voire l'interdiction) des approches à vue pour les avions de plus de 5.7t à Nantes-Atlantique depuis l'élaboration du PEB explique une partie des différences observées entre les deux études.
3. Au nord, le décalage latéral des courbes s'explique probablement par une mauvaise correction du biais radar (les trajectoires radar ne sont pas exactement alignées sur la piste).

D'une manière générale, la zone D reste très sensible à toute modification de paramètres et notamment au choix des journées « représentatives » retenues pour l'analyse des enregistrements radar.

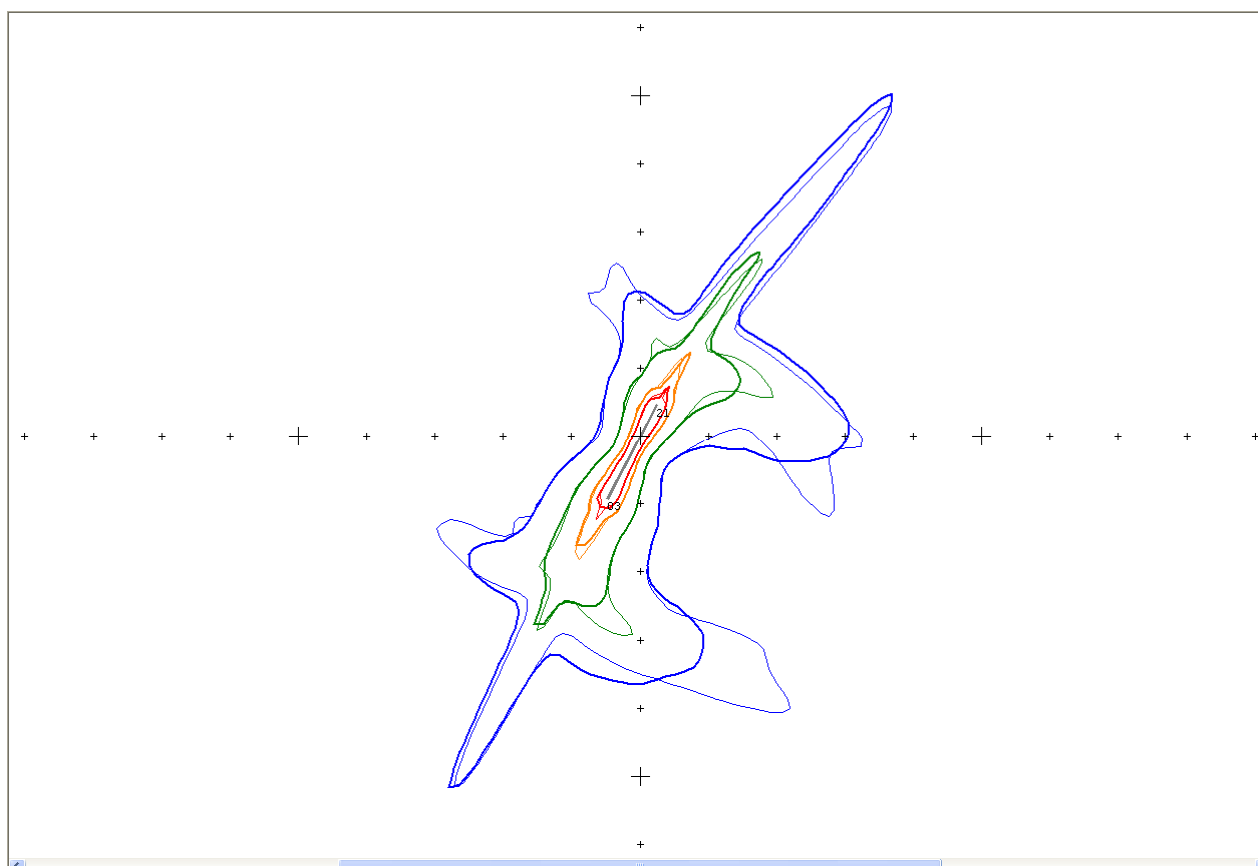


Figure 5: Superposition des courbes (trait fin: étude PEB 2004, trait épais: étude Elvira avec dispersion)

⁴ Application de la méthode de dispersion théorique préconisée dans le doc 29 de la CEAC en l'absence de données radar

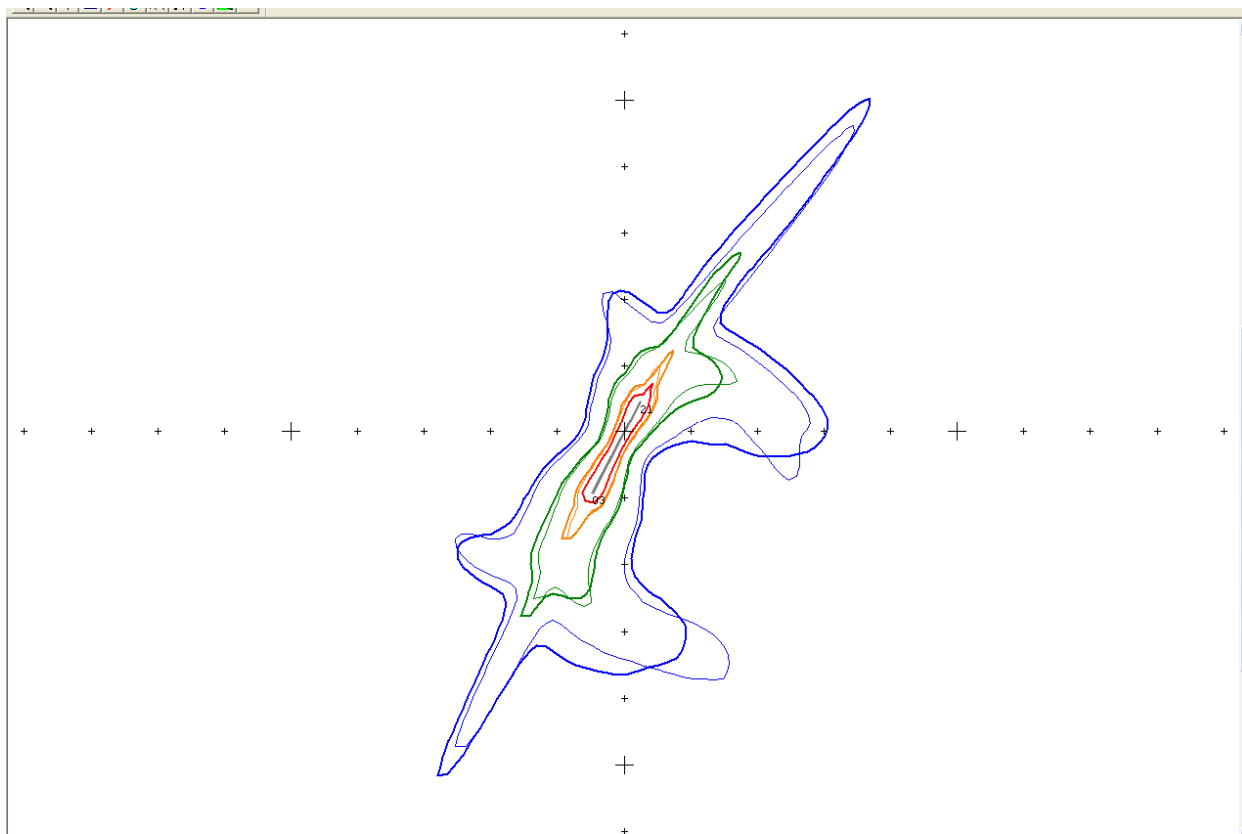


Figure 6: Prise en compte de la suppression des approches à vue d'avions lourds par rapport à la Figure 5 (trait fin: PEB 2004 sans approches à vue, trait épais: étude Elvira avec dispersion)

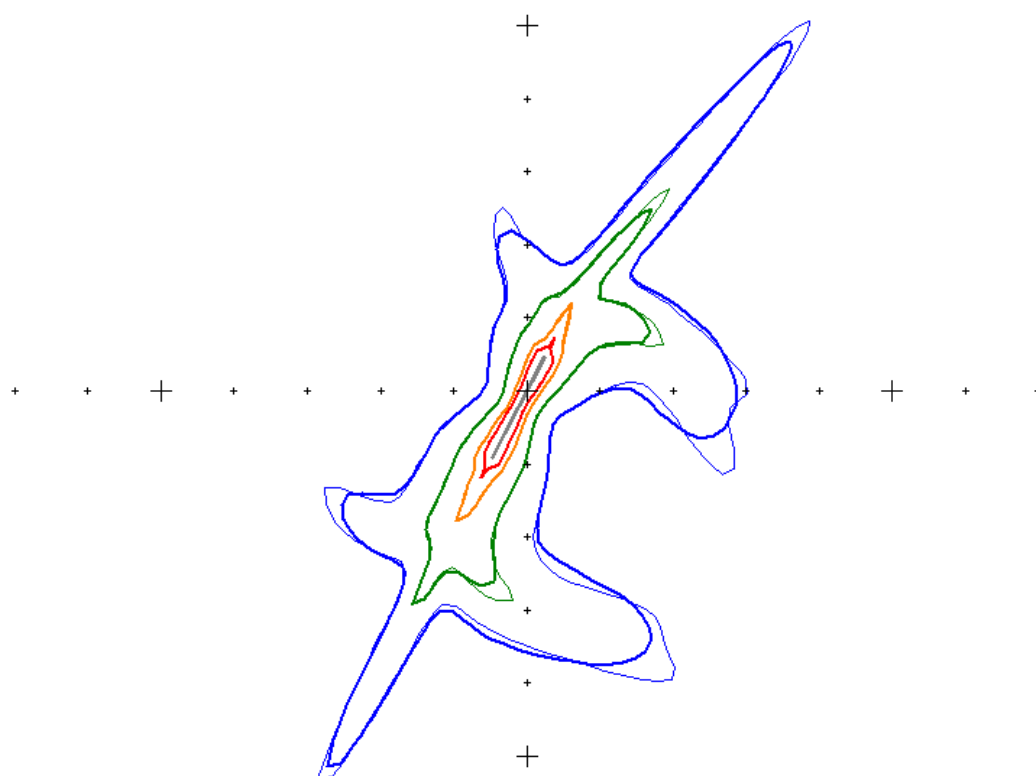


Figure 7: Effet de la prise en compte d'une dispersion théorique sur le PEB 2004 (trait fin: PEB sans approches à vue et sans dispersion, trait épais: PEB sans approches à vue avec dispersion théorique)

3.3. SURFACES ET POPULATIONS AFFECTEES

Lden\Surfaces (km²)	Etude PEB 2004 sans dispersion après recalage des approches à vue	Etude PEB 2004 avec dispersion théorique	Eude Elvira avec dispersion réelle	Ecart étude Elvira / étude PEB 2004 sans dispersion	Ecart étude Elvira / étude PEB 2004 avec dispersion théorique
50	56,84	56.04	55.17	-2.9%	-1.5%
57	14,87	14.46	14.46	-2.75%	~ 0%
65	3,36	3.34	3,34	-0.6%	~ 0%
70	1,45	1.45	1,45	~ 0%	~ 0%

D'une manière générale, l'expérience montre que la prise en compte de la dispersion des trajectoires tend à « diluer » le trafic sur un plus grand nombre de trajectoires et donc à réduire les surfaces affectées quelle que soit la méthode retenue (dispersion théorique ou dispersion réelle à partir de l'analyse des enregistrements radar).

Les estimations en matière de population affectées sont en cours de réalisation et seront communiquées ultérieurement.

4. CONCLUSIONS

L'analyse des « chevelus » pour cartographier le bruit autour d'un aéroport présente des avantages et des inconvénients par rapport à la description géométrique des trajectoires :

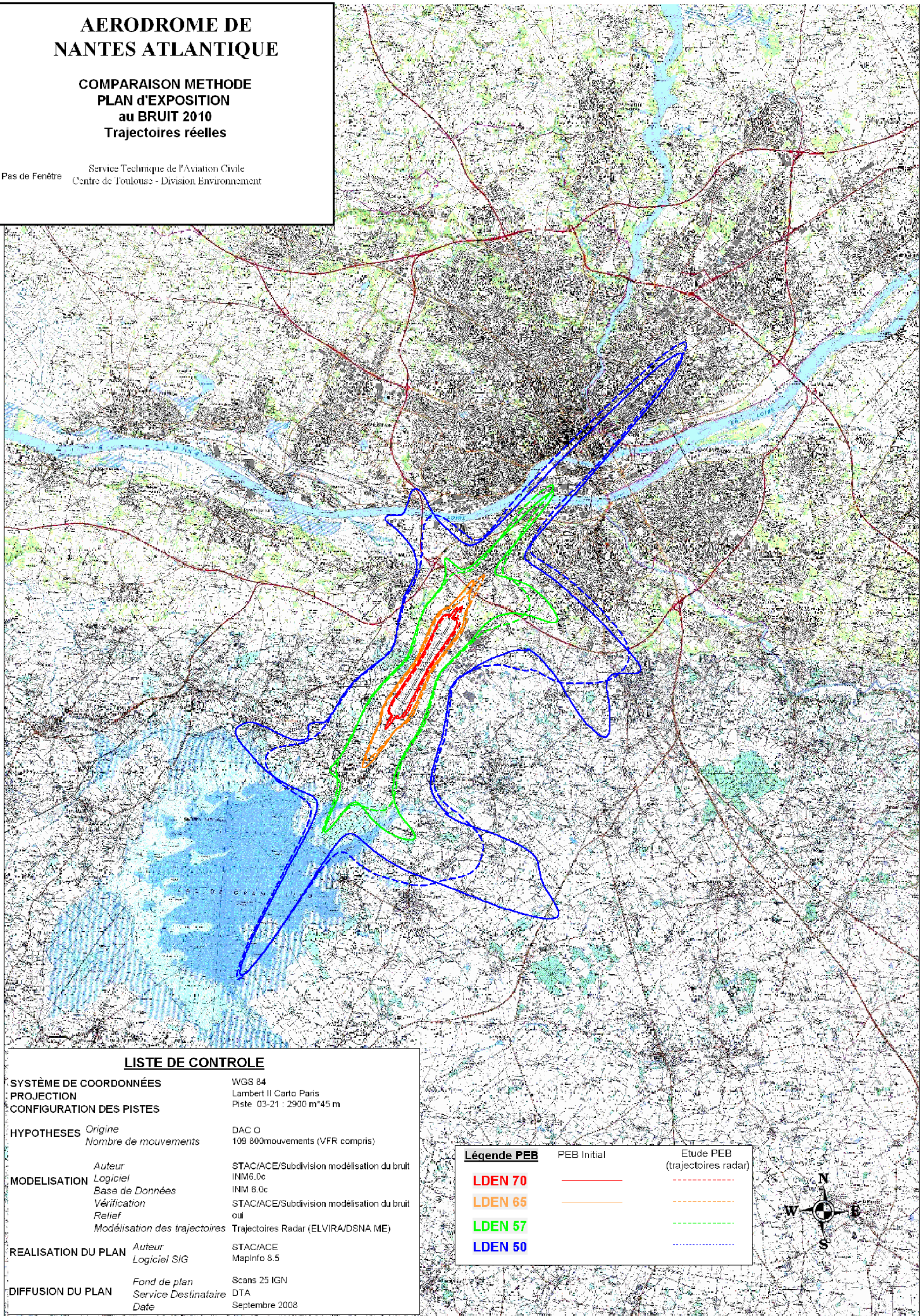
AVANTAGES	INCONVENIENTS
Méthode en apparence plus proche de la réalité car basée sur des vols réels.	Mais des données relativement peu représentatives : · Impossibilité de traiter une année entière d'enregistrements, · Choix arbitraire des journées « représentatives » retenues pour l'analyse des enregistrements radar, · Influence des conditions météorologiques (force et direction du vent notamment) · Précision et biais des radars
Méthode automatisée sous INM pour appliquer de la dispersion (calcul automatique sous INM de la trajectoire moyenne et de l'écart type).	Méthode limitée à l'analyse des trajectoires existantes : le trafic futur prévu pris en compte dans le PEB n'apparaît pas, par essence, sur les traces radar.
Méthode préconisée dans le doc. 29 de la CEAC pour la cartographie de la situation existante	Non disponibilité de données radar exploitables sur tout le territoire et pour tous les types de mouvements
	Méthode actuellement non maîtrisée par la plupart des modélisateurs bruit de la DGAC

Cette étude ne permet pas de conclure sur la primauté d'une méthode sur l'autre pour définir les trajectoires sol dans le logiciel INM. Si l'analyse des « chevelus » est une méthode envisageable et intéressante pour cartographier le bruit à court terme autour des plus gros aéroports civils (courbes d'environnement sonore et PGS), cette méthode n'est pas généralisable à tous les PEB. La description géométrique des trajectoires associée à une dispersion théorique qui permet d'aboutir, dans la plupart des cas et à moindre coût, à un résultat satisfaisant ne doit pas être systématiquement écartée.

AERODROME DE NANTES ATLANTIQUE

**COMPARAISON METHODE
PLAN d'EXPOSITION
au BRUIT 2010
Trajectoires réelles**

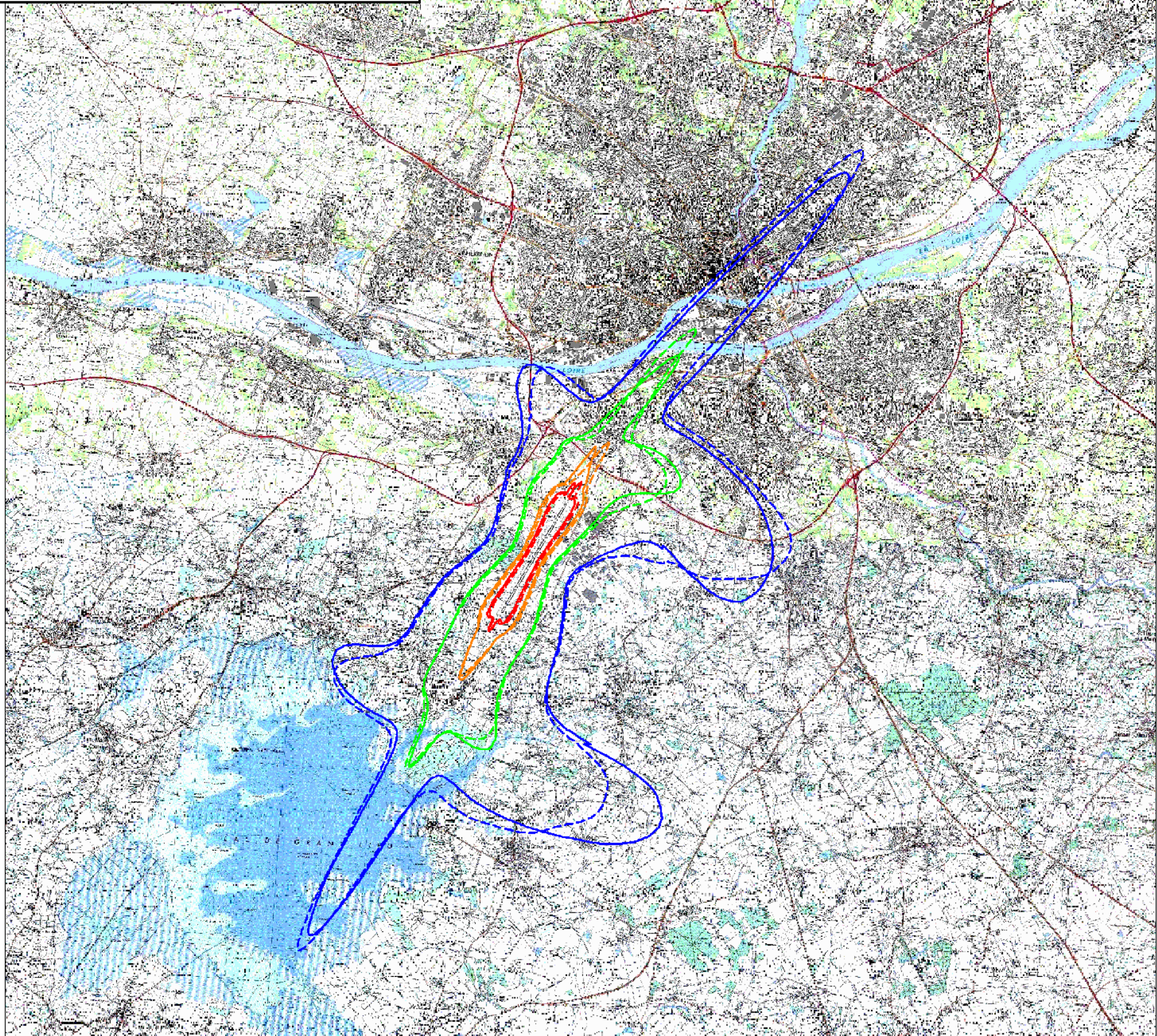
Pas de Fenêtre



AERODROME DE NANTES ATLANTIQUE

COMPARAISON METHODE PLAN d'EXPOSITION au BRUIT 2010 Trajectoires réelles

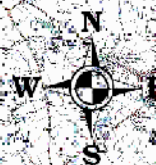
Pas de Fenêtre Service Technique de l'Aviation Civile
Centre de Toulouse - Division Environnement



LISTE DE CONTROLE

SYSTÈME DE COORDONNÉES	WGS 84
PROJECTION	Lambert II Carte Paris
CONFIGURATION DES PISTES	Piste 03-21 : 2900 m*45 m
HYPOTHESES	Origine DAC 0
	Nombre de mouvements 109 800mouvements (VFR compris)
MODELISATION	Auteur STAC/ACE/Subdivision modélisation du bruit
	Logiciel INM6.0c
	Base de Données INM 6.0c
	Vérification STAC/ACE/Subdivision modélisation du bruit
	Relief oui
	Modélisation des trajectoires Trajectoires Radar (ELVIRA/DSNA ME)
REALISATION DU PLAN	Auteur STAC/ACE
	Logiciel SIG MapInfo 8.5
DIFFUSION DU PLAN	Fond de plan Scans 25 IGN
	Service Destinataire DTA
	Date Septembre 2008

Légende PEB	PEB (hors VFR) avec dispersion	Etude PEB (trajectoires radar)
LDEN 70	—	- - -
LDEN 65	—	- - -
LDEN 57	—	- - -
LDEN 50	—	- - -



ANNEXE 2 - EXTRAIT DU GUIDE SUR L'ELABORATION DES CARTES DE BRUIT AERIEN (STAC, 2007)

[...]

Trajectoires sol

La définition précise des caractéristiques des trajectoires sol est une phase importante et préalable à la modélisation. Suivant le type de carte de bruit envisagé et la disponibilité des données, les données relatives à ces trajectoires peuvent prendre deux formes différentes :

a) Description géométrique des trajectoires IFR publiées, en cours de publication ou projetées et des trajectoires VFR

Chaque segment des trajectoires nominales doit être décrit en détail (longueur, angle, sens de rotation, rayon de virage, positionnement par rapport aux radio-balises,...) et représenté graphiquement sur des plans synthétisant l'ensemble des trajectoires (IFR, VFR, arrivée, départ, tours de pistes, circuits particuliers d'entraînement...). Des exemples sont joints en annexe.

Les publications aéronautiques fournissent une partie de ces informations pour les trajectoires existantes.

Ce type de données est particulièrement adapté pour l'établissement de cartes de bruit prévisionnelles (PEB), aucune donnée radar pertinente n'étant de toute façon disponible pour de tels horizons d'étude.

Il peut être pertinent, notamment pour les départs IFR et les mouvements VFR, d'appliquer une dispersion latérale autour des trajectoires nominales théoriques.

b) Exploitation de données radar (trajectographie réelle)

Pour les aéroports pour lesquels des données radar sont disponibles (radar secondaire, STR,...), les enregistrements radar des flux des trajectoires observées peuvent être utilisés :

- soit directement dans le calcul des niveaux de bruit dans le cadre de l'établissement de cartes de bruit basées sur un trafic réalisé ou estimé à court terme ;

- soit indirectement pour calculer les trajectoires moyennes et/ou prendre en compte la dispersion réelle du trafic actuel au moyen d'une analyse statistique des données enregistrées.

Ces données ne sont exploitables qu'en XY (latitude et longitude) : les informations sur l'altitude réelle des aéronefs ne sont pas utilisables telles quelles dans les différents logiciels de modélisation et il est de toute façon nécessaire d'allouer à chaque aéronef un profil de vol type comportant des données de performances qui ne sont pas toutes enregistrées par radar (régime moteur).

L'utilisation de telles données suppose de définir au préalable une (ou plusieurs) journée caractéristique des nuisances sonores.

Le traitement de telles données nécessite des outils logiciels et des compétences particulières en trajectographie et est bien moins aisée que l'option consistant à modéliser les trajectoires publiées à partir de leur description géométrique (cf. a)). C'est pour cette raison qu'une telle description géométrique des trajectoires permet, la plupart du temps, d'aboutir à une cartographie satisfaisante et est, en règle générale, la méthode conseillée.

Les outils de simulation du trafic capables de prendre en compte la dispersion des trajectoires due aux manœuvres de contrôle liées à l'intégration des flux (guidage radar) et à l'évitement de conflits comme l'outil OPAS-TMA développé par la DGAC nécessitent une utilisation experte et un paramétrage lourd des données d'entrée et ne sont, a priori, pas adaptés pour la production de cartes comme les PEB, PGS ou CSB.

De même, les données des enregistreurs de vol des avions sont, en théorie, la source d'informations la plus fiable et la plus complète en matière de trajectographie (position de l'avion, tangage, roulis, lacet) et de performance (vitesse, régime moteur, configuration de vol), mais ces données ne peuvent être obtenues qu'à un coût et au prix d'efforts considérables. De plus, elles requièrent des pré traitements particulièrement chronophages et ne peuvent en aucun cas être utilisées pour la production de cartes de bruit réglementaires standard (PEB, PGS ou CSB).

Les caractéristiques des trajectoires - et en particulier les rayons de virage - dépendent de la catégorie des avions (A, B, C, D ou E) qui suivent ces mêmes trajectoires. Ces catégories sont définies en fonction des vitesses d'approche des avions et reprises dans les publications aéronautiques (cartes IAC).

[...]

ANNEXE 3 - EXTRAIT DU DOC 29, 3EME EDITION, VOL1

Doc 29, 3rd Edition: Volume 1

07/12/2005

7.6 MODELLING OF LATERAL GROUND TRACK DISPERSION

Lateral ground track dispersion depends on ATC directions, individual piloting, use of flight management systems, and variable winds. As dispersion can have a significant effect on the shape of the noise contours, it is important to take proper account of it (see [Section 4.6](#)). There are several approaches to modelling lateral track spreading, depending on the type of scenario (historic or forecast) and the information available.

One is to make use of radar track information. It is usual to represent a swathe of tracks on a flight route by a centre track (*'backbone track'*) and several side tracks (*'subtracks'*). Example radar data of the kind from which the modelling tracks are derived are shown in [Figure 7.2](#).

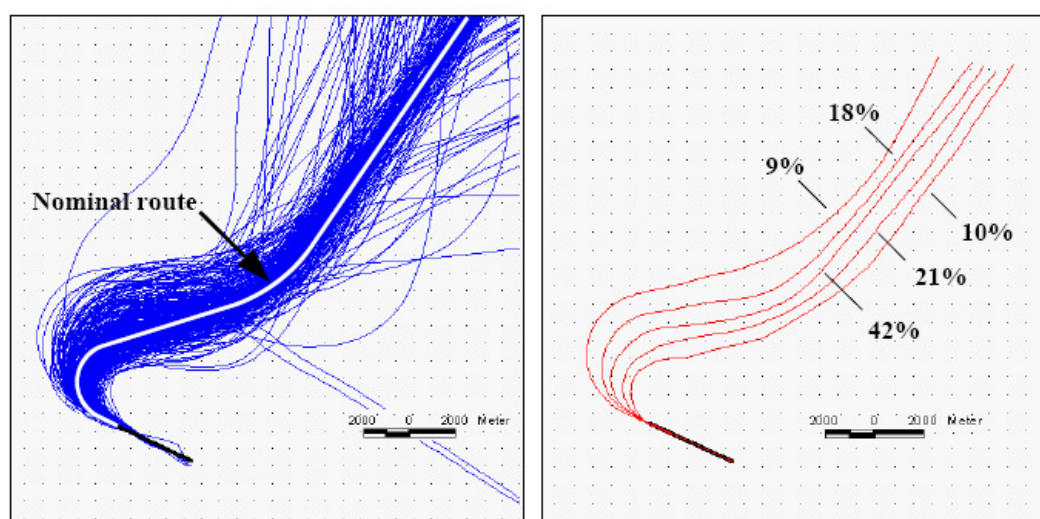


Figure 7-2: Radar tracks of individual departures (left) and average tracks of the same situation with the percentage of movements (right).

The total movements on the route are distributed between the backbone track and subtracks. The spacing of the subtracks and the percentages of traffic assigned to them depend on the distribution of the movements across the swathe (perpendicular to the backbone track). If the information is available, this percentage may be defined separately for each aircraft type or category. Otherwise (or if computation time has to be reduced) the same distribution may be used for all types or categories.

A second approach is to use the radar data to define only the backbone track and the boundaries of the radar track swathe. The distribution of the movements across the swathe is then described by a specific distribution function – usually a symmetric one of Gaussian type.

A third approach – which is commonly used when no radar data are available – is to base the backbone track on information from the AIP and to use a typical spreading (i.e. a swathe width defined as a function of distance along the (backbone) track together with a characteristic distribution function (usually of Gaussian type). An example can be found in [Volume 2](#). A disadvantage of this approach is, that the information on standard flight routes

published in the AIP might not depict accurately the actual backbone track; AIP routings are nominal from which average flight tracks might deviate consistently.

It is sometimes found that the shape of the contours is not particularly sensitive to the shape of the lateral distribution function, as long as the width of the flight corridor is modelled accurately. The Gaussian form gives a good fit to many observed distributions. Although continuous distributions can be simulated, an approximate model is preferable on grounds of computing cost.

Ressources, territoires et habitats
Energie et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

service technique de l'Aviation civile
31, avenue du Maréchal Leclerc
94381 BONNEUIL-SUR-MARNE CEDEX
Tél. 33 (0) 1 49 56 80 00
Fax 33 (0) 1 49 56 82 19

Site de Toulouse
9, avenue du Docteur Maurice Grynfolgel - BP 53735
31037 TOULOUSE CEDEX 1
Tél. 33 (0) 1 49 56 83 00
Fax 33 (0) 1 49 56 83 02

Centre de test de Biscarrosse
Centre d'essais de lancement de missiles - BP 38
40602 BISCARROSSE CEDEX
Tél. 33 (0) 5 58 83 01 73
Fax 33 (0) 5 58 78 02 02