



DEPARTEMENT NATUURKUNDE  
LABORATORIUM VOOR AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
CELESTIJNENLAAN 200 D  
B-3001 HEVERLEE



KATHOLIEKE  
UNIVERSITEIT  
LEUVEN

**Contours de bruit autour de l'aéroport de  
Bruxelles-National  
ANNEE 2000**

Par : Dr. J. Caerels  
Ir. V. Meerbergen  
Lic. K. Hofmans  
Sous la direction de : Prof. Dr. J. Thoen



P.V. 4333F  
30-11-2001

TEL. (016)32 78 44  
FAX (016)32 78 48  
E-mail: lab.atf@fys.kuleuven.ac.be

## TABLE DES MATIERES

1. Introduction .....	1
2. Définitions lors de l'évaluation des contours de bruit .....	3
2.1 Explication de quelques concepts fréquemment utilisés .....	3
2.1.1 Observation objective et subjective .....	3
2.1.2 Contours de bruit .....	3
2.1.3 Zones de bruit .....	3
2.1.4 Le niveau de bruit équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$ .....	4
2.1.5 Le niveau de bruit Jour-Nuit ( $L_{DN}$ ) .....	4
2.2 Corrélation entre niveau de bruit et nuisance .....	5
2.3 Evolution du trafic aérien à partir de et vers Bruxelles-National .....	6
2.3.1 Evolution du nombre de vols.....	6
2.3.2 Evolution de la flotte .....	7
3. Méthode de calcul des contours de bruit autour de Bruxelles-National .....	9
3.1 Compilation de la saisie pour INM .....	9
3.1.1 Informations de vol .....	9
3.1.2 Données radar .....	10
3.2 Exécution des calculs de contours.....	11
3.2.1 Calculs de contours à l'aide de l'INM 5.2a .....	11
3.2.2 Corrélation mesures (NMS) – calculs (INM) .....	11
3.3 Traitement final dans un système SIG .....	12
4. Résultats .....	13
4.1 Corrélation entre les mesures (NMS) et les calculs (INM).....	13
4.2 Evolution du niveau de l'événement de bruit $L_{Aeq,24h}$ -niveau.....	15
4.3 Interprétation des contours de bruit.....	16
4.3.1 Contours $L_{Aeq,jour}$ .....	17
4.3.2 Contours $L_{Aeq,nuit}$ .....	19
4.3.3 Contours $L_{DN}$ .....	19
4.4 Nombre de personnes potentiellement fort gênées .....	19
Annexe 1 Répartition de l'utilisation de piste en 2000 .....	21
Annexe 2 Emplacement des points de mesure .....	25
Annexe 3 Notes techniques.....	26
Annexe 4 Résultats des calculs de contours 2000 .....	31
Annexe 5 Evolution des superficies et des habitants entre 1996-2000 .....	36
Annexe 6 Cartes des contours de bruit, 2000 .....	38
Annexe 7 Contours de bruit en surimpression sur une carte démographique, 2000 .....	42

## Liste des schémas

Schéma 1	Présentation du niveau de bruit équivalent pondéré A ( $L_{A\text{éq},T}$ ).....	4
Schéma 2	Pourcentage d'habitants potentiellement fort gênés comme fonction du $L_{DN}$ pour le bruit d'avions (Source : Miedema 1992) .....	5
Schéma 3	Evolution du trafic aérien à Bruxelles-National 1995-2000 (Source: BIAC) ...	6
Schéma 4	Evolution du trafic aérien pendant la nuit à Bruxelles-National 1995-2000 (Source : BIAC) .....	7
Schéma 5	Evolution du niveau $L_{A\text{éq},24H}$ à hauteur des points de mesures du réseau de mesure fixe .....	16
Schéma 6	Configuration et dénomination des pistes de décollage et d'atterrissage à Bruxelles-National.....	21
Schéma 7	Répartition en pourcentage du nombre total de départs en 2000.....	22
Schéma 8	Répartition en pourcentage du nombre total d'atterrissages en 2000 .....	22
Schéma 9	Répartition en pourcentage du nombre de départs diurnes en 2000 .....	23
Schéma 10	Répartition en pourcentage du nombre d'atterrissages diurnes en 2000 ....	23
Schéma 11	Répartition en pourcentage du nombre de départs nocturnes en 2000 .....	24
Schéma 12	Répartition en pourcentage du nombre d'atterrissages nocturnes en 2000	24

## Liste des tableaux

Tableau 1: Evolution des types d'avions les plus bruyants à Zaventem.....	7
Tableau 2: Corrélation mesures - calculs .....	14
Tableau 3: Evolution du nombre de personnes potentiellement gênées à l'intérieur du contour $L_{DN}$ de 55 dB(A) par commune (calculé d'après Miedema, 1992) ...	20
Tableau 4: Superficies par zone de contour $L_{A_{\text{eq,jour}}}$ et par commune pour 2000 .....	31
Tableau 5: Surperficies par zone de contour $L_{A_{\text{eq,nuit}}}$ et par commune pour 2000 .....	31
Tableau 6: Superficies par zone de contour $L_{DN}$ et par commune en 2000 .....	32
Tableau 7: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{A_{\text{eq,jour}}}$ et par commune en 2000....	33
Tableau 8: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{A_{\text{eq,nuit}}}$ et par commune en 2000....	33
Tableau 9: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{DN}$ et par commune en 2000 .....	34
Tableau 10: Nombre d'habitants potentiellement gênés par zone de contour $L_{DN}$ et par commune en 2000 .....	35
Tableau 11: Evolution de la superficie dans les contours $L_{A_{\text{eq,jour}}}$ (1996-2000) .....	36
Tableau 12: Evolution du nombre d'habitants dans les contours $L_{A_{\text{eq,jour}}}$ (1996-2000) .....	36
Tableau 13: Evolution de la superficie dans les contours $L_{A_{\text{eq,nuit}}}$ (1996-2000) .....	36
Tableau 14: Evolution du nombre d'habitants dans les contours $L_{A_{\text{eq,nuit}}}$ (1996-2000) .....	37
Tableau 15: Evolution de la superficie dans les contours $L_{DN}$ (1996-2000) .....	37
Tableau 16: Evolution du nombre d'habitants dans les contours $L_{DN}$ (1996-2000) .....	37

## Liste des cartes de contours

LA <sub>éq,jour</sub> – contours de bruit pour 2000, en surimpression sur une carte topographique .	37
LA <sub>éq,nuit</sub> – contours de bruit pour 2000, en surimpression sur une carte topographique .	38
L <sub>DN</sub> – contours de bruit pour 2000, en surimpression sur une carte topographique.....	39
LA <sub>éq,jour</sub> – contours de bruit pour 2000, en surimpression sur une carte démographique 1997 .....	41
LA <sub>éq,nuit</sub> – contours de bruit pour 2000, en surimpression sur une carte démographique 1997 .....	42
L <sub>DN</sub> – contours de bruit pour 2000, en surimpression sur une carte démographique 1997 .....	43
LA <sub>éq,jour</sub> – contours de bruit pour 1999 et 2000, en surimpression sur une carte démographique 1997.....	45
LA <sub>éq,nuit</sub> – contours de bruit pour 1999 et 2000, en surimpression sur une carte démographique 1997.....	46
L <sub>DN</sub> – contours de bruit pour 1999 et 2000, en surimpression sur une carte démographique 1997 .....	47

Les cartes suivantes, à l'échelle 1/25.000, sont jointes au présent rapport :

- LA<sub>éq,jour</sub> – contours de bruit pour 2000
- LA<sub>éq,nuit</sub> – contours de bruit pour 2000
- L<sub>DN</sub> – contours de bruit pour 2000, en surimpression sur une carte topographique

## 1. Introduction

Depuis 1996, le Laboratoire d'Acoustique et de Physique Thermique (ci-après APT) calcule annuellement, pour le compte de BIAC ou de l'ancienne Régie des Voies Aériennes, les contours de bruit pour le bruit produit par le trafic aérien à partir de et vers Bruxelles-National. Depuis 1999, la législation VLAREM<sup>1</sup> a rendu ce calcul des contours de bruit obligatoire pour les aéroports de classe 1<sup>2</sup>.

En ce qui concerne l'aéroport de Bruxelles-National, la législation VLAREM impose les obligations suivantes:

- 3 types de contours de bruit doivent être calculés:
  - Contours de bruit  $L_{DN}$  pour déterminer le nombre d'habitants potentiellement gênés
  - Contours de bruit  $L_{Aeq,jour}$  pour une traduction du niveau de bruit en journée
  - Contours de bruit  $L_{Aeq,nuit}$  pour une traduction du niveau de bruit la nuit;
- Sauf mention contraire dans le permis d'environnement (ce qui n'est pas le cas pour Bruxelles-National), il faut au moins calculer les contours de bruit suivants:
  - Contours de bruit  $L_{DN}$  de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
  - Contours de bruit  $L_{Aeq,jour}$  de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
  - Contours de bruit  $L_{Aeq,nuit}$  de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
- Le calcul des contours de bruit doit être effectué à l'aide de l'Integrated Noise Model' (INM) de la 'Federal Aviation Administration' (FAA) américaine, version 5.1 ou plus récente;
- Le nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur des zones de contours  $L_{DN}$  doit être déterminé sur la base de la relation entre le pourcentage de personnes fortement gênées et le niveau  $L_{DN}$  repris dans le VLAREM;
- Les zones de bruit doivent être reprises sur une carte à l'échelle 1/25.000;

---

<sup>1</sup> Moniteur Belge, Arrêté du *Gouvernement flamand modifiant l'arrêté de l'Exécutif flamand du 6 février 1991 fixant le règlement du Gouvernement flamand relatif à l'autorisation écologique et l'arrêté de l'Exécutif flamand du 27 mars 1985 réglementant les opérations effectuées dans les zones de captage et les zones de protection, Chapitre 5.57 Aéroports, 1999*

<sup>2</sup> Aéroports de classe 1 : aéroports correspondant à la définition du Traité de Chicago de 1944 pour la création d'une organisation internationale d'aviation civile et ayant une piste de décollage et d'atterrissage d'au moins 1.900 mètres.

A la demande de BIAC, les résultats repris dans le présent rapport ont été calculés à partir du modèle INM, version 5.2a, comme les années précédentes. L'argument en est que, malgré la disponibilité d'une version plus récente de l'INM, la comparabilité des contours avec les années précédentes prime. Pour la même raison, il a été demandé de calculer le nombre d'habitants à l'intérieur des divers contours et le nombre d'habitants potentiellement fort gênés sur la base des données démographiques de 1997 provenant de l'Institut National de Statistiques.

Vu l'existence d'une version plus récente de l'INM et des méthodes de calculs plus étoffées qui ont déjà été introduites pour l'année 1999, on a choisi de fournir un reporting complémentaire<sup>3</sup> comprenant le calcul à l'aide des méthodes les plus modernes. Cela comprend non seulement la version récente de l'INM, mais aussi l'utilisation de types d'avion appropriés, de données démographiques récentes, etc.

---

<sup>3</sup> Contours de bruit pour l'aéroport de Bruxelles-National pour l'année 2000, reprenant des méthodes de calcul et des données de population à jour, Laboratoire d'Acoustique et de Physique Thermique, K.U.Leuven, P.V. 4337

## 2. Définitions lors de l'évaluation des contours de bruit

### 2.1 Explication de quelques concepts fréquemment utilisés

#### 2.1.1 *Observation objective et subjective*

La nuisance sonore est un concept subjectif. La mesure dans laquelle une personne éprouve une nuisance d'un certain bruit dépend fortement de la personne même, de son humeur, de son état de santé, de ses occupations, etc. La nuisance ne peut donc être exactement mesurée ou quantifiée.

Le pendant objectif de la nuisance sonore est la *charge de bruit*. Le niveau de bruit est une mesure de la quantité d'énergie acoustique qu'une personne doit supporter pendant une période donnée. Ce niveau peut être exprimé par une série de quantités acoustiques qui peuvent être directement mesurées ou éventuellement présumées à partir de simulations. Ces quantités peuvent donc être quantifiées ou reflétées de façon univoque par un chiffre.

Un lien entre les deux quantités (nuisance/charge) peut également être établi par des enquêtes à grande échelle dans lesquelles on demande aux personnes interrogées d'attribuer une valeur à la nuisance qu'ils ressentent à un certain niveau de bruit (connu). Ce genre d'enquêtes fournit des relations entre la dose et la réaction, telles que la courbe qui sera utilisée pour déterminer le nombre d'habitants potentiellement fort gênés.

#### 2.1.2 *Contours de bruit*

En raison du trafic aérien, un niveau de bruit déterminé est constaté ou calculé pour chaque point autour de l'aéroport. Vu la différence e.a. de distance jusqu'à la source de bruit, cette valeur peut fortement varier d'un point à l'autre. Les contours de bruit sont des isolignes ou lignes de niveau de bruit égal. Ces lignes relient entre eux les points présentant un même niveau de bruit calculé ou constaté.

Les contours de bruit présentant les valeurs les plus élevées se trouvent à proximité de la source de bruit. La valeur des contours de bruit diminue à mesure qu'on s'éloigne de la source de bruit.

#### 2.1.3 *Zones de bruit*

Une zone de bruit est une zone délimitée par deux contours de bruit successifs. La zone de bruit 60-65 dB(A) est par exemple une zone délimitée par les contours de bruit de 60 et 65 dB(A).



### 2.1.4 Le niveau de bruit équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$

Le bruit produit par le survol des avions n'est pas un bruit constant, mais présente la caractéristique d'atteindre rapidement un niveau élevé pour ensuite diminuer rapidement. Afin de refléter le niveau sonore à un endroit précis et résultant de bruits fluctuants pour période, on fait la moyenne énergétique de la pression sonore constatée pendant cette période (voir Schéma 1).

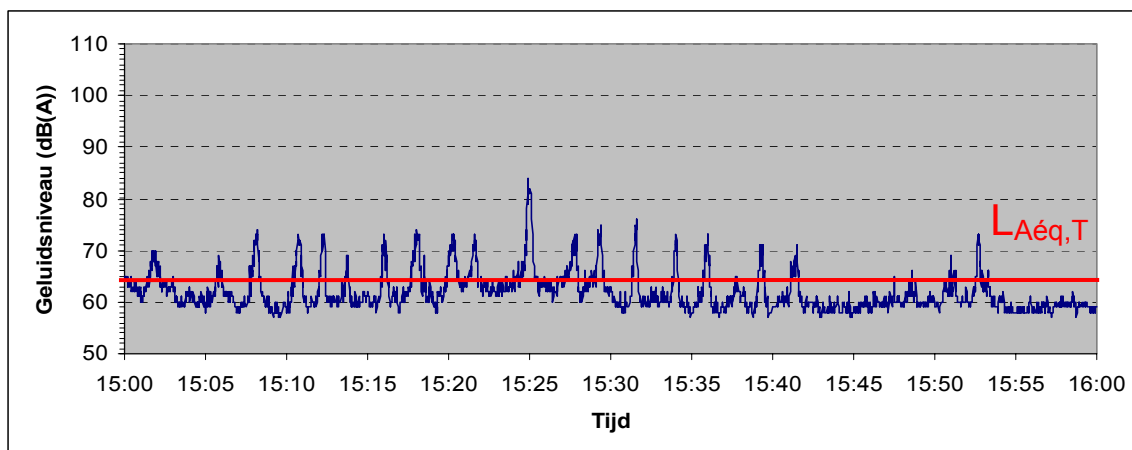


Schéma 1 Présentation du niveau de bruit équivalent pondéré A ( $L_{Aeq,T}$ )

Le niveau de bruit équivalent pondéré A  $L_{Aeq,T}$ , sur une période T, est le niveau de bruit *constant* qui contient la même énergie acoustique pendant la même période. L'unité pour un niveau de bruit équivalent pondéré A est le dB(A).

L'indication pondéré A (indice A) indique l'utilisation d'un filtre A pour déterminer les niveaux de bruit. Ce filtre reflète la sensibilité de l'oreille humaine et accentue systématiquement plus les fréquences de bruit auxquels l'oreille est sensible.

La mesure A est internationalement reconnue comme étant la mesure servant à déterminer la charge de bruit autour des aéroports.

Dans le cadre de la législation VLAREM, il y a lieu de calculer 2 sortes de contours  $L_{Aeq,T}$ , à savoir:

- $L_{Aeq,jour}$  : niveau de bruit équivalent pour la période diurne, définie comme étant la période entre 06:00h et 23:00h
- $L_{Aeq,nuit}$  : niveau de bruit équivalent pour la période nocturne, définie comme étant la période entre 23:00h et 06:00h

### 2.1.5 Le niveau de bruit Jour-Nuit ( $L_{DN}$ )

Afin d'obtenir une image globale du bruit produit par l'aéroport, on choisit généralement de ne pas travailler avec un niveau de bruit équivalent sur une période de 24 heures. Le

bruit généré pendant la nuit est souvent ressenti comme étant plus incommodant que le même bruit pendant la journée et le  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  ne tient pas compte de cette distinction. Une version adaptée du  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  est souvent utilisée, à savoir le niveau de bruit jour-nuit  $L_{\text{DN}}$  (Level Day Night). Le calcul est équivalent, sauf qu'un facteur de pondération 10 est ajouté au bruit généré pendant la nuit. Cela signifie qu'un seul vol nocturne pèse autant dans la valeur définitive que 10 fois le même vol pendant la journée.

## 2.2 Corrélation entre niveau de bruit et nuisance

Comme déjà mentionné au point 2.1.1, la réaction de la population à une certaine charge sonore n'est pas pareille pour chaque individu et varie même pour un seul individu selon le moment, les occupations ou l'humeur.

Prenant comme point de départ une synthèse des diverses enquêtes sur les nuisances sonores dans divers aéroports européens, Miedema (1992) a déduit une corrélation générale entre la charge sonore et une forte nuisance<sup>4</sup>. Miedema a établi une courbe de nuisance qui représente la corrélation entre le pourcentage de la population potentiellement fort gênée et un niveau de bruit  $L_{\text{DN}}$  donné (Schéma 2). A partir de cette corrélation, on calcule le nombre d'habitants potentiellement gênés autour d'un aéroport. La législation VLAREM impose également l'utilisation de cette formule pour le calcul du nombre d'habitants potentiellement gênés à l'intérieur du contour  $L_{\text{DN}}$  de 55 dB(A).

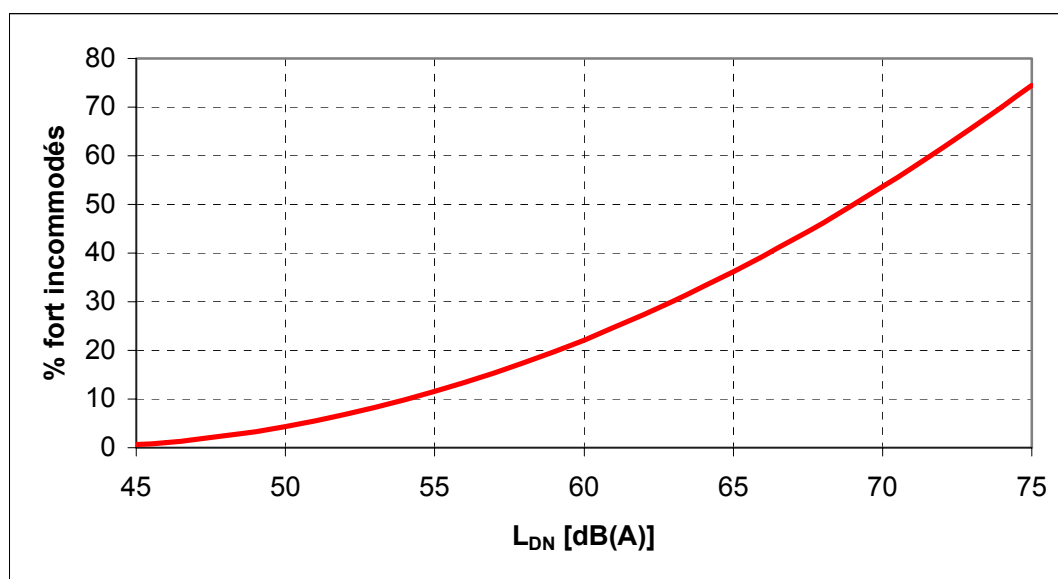


Schéma 2 *Pourcentage d'habitants potentiellement fort gênés en fonction du  $L_{\text{DN}}$  pour le bruit d'avions (Source : Miedema 1992)*

<sup>4</sup> Miedema H.M.E., Response functions for environmental noise in residential areas, TNO Gezondheidsonderzoek, 1992

## 2.3 Evolution du trafic aérien à partir de et vers Bruxelles-National

### 2.3.1 Evolution du nombre de vols

Un des facteurs les plus déterminants des contours de bruit autour d'un aéroport est le nombre de vols opérés pendant l'année. Au total, le trafic aérien au départ de et vers Bruxelles-National a poursuivi la courbe ascendante des dernières années. Le schéma ci-dessous (Schéma 3) montre l'évolution graphique du nombre de vols.

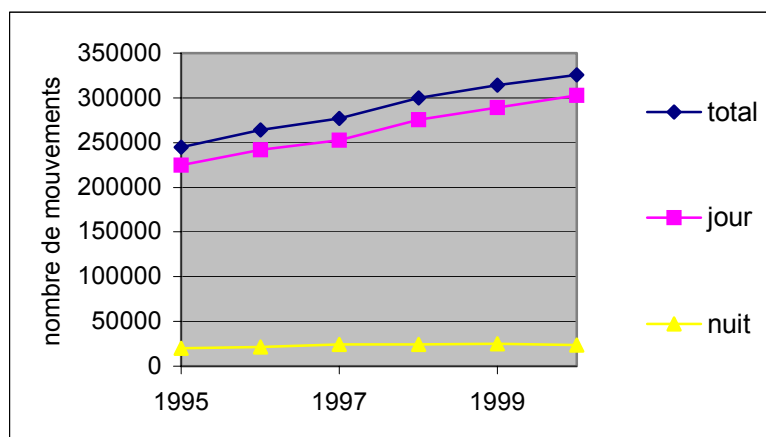


Schéma 3 Evolution du trafic aérien à Bruxelles-National 1995-2000 (Source: BIAC)

En 2000, le total des mouvements aériens était de 325.979 vols, ce qui correspond à une augmentation de 4.0% par rapport au nombre de mouvements aériens en 1999. Le nombre de mouvements est passé à 302.625 vols, soit une augmentation de 4.8% par rapport à 1999.

Une dérogation importante à la tendance des dernières années est toutefois le nombre de vols nocturnes qui ont eu lieu en 2000. Contrairement aux années précédentes, le nombre de vols nocturnes est passé à 23.354 vols. Il est prévu que cette baisse significative de 6.7% par rapport à 1999 se reflétera dans les contours  $L_{A_{\text{éq, nuit}}}$  mais également dans les contours  $L_{\text{DN}}$  dans lesquels les vols nocturnes se voient attribuer une importante contribution. Une évolution systématique du nombre de vols de nuits de ces

dernières années se retrouve dans le schéma ci-après (Schéma 4). Pour la première fois depuis 5 ans, on constate une diminution du nombre de vols nocturnes.

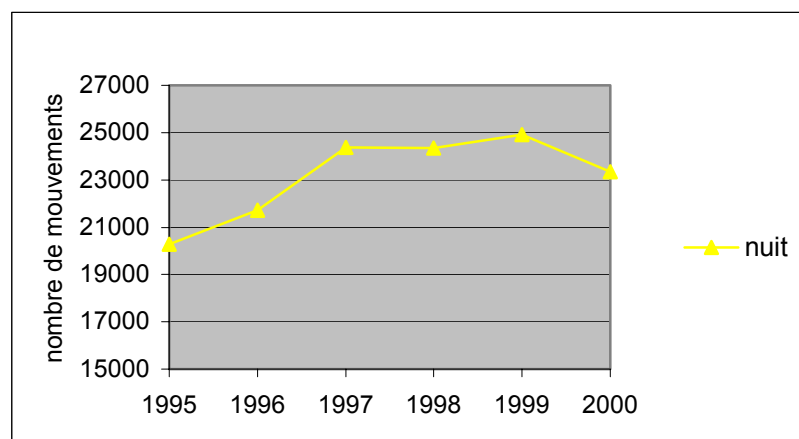


Schéma 4 Evolution du trafic aérien pendant la nuit à Bruxelles-National 1995-2000 (Source : BIAC)

### 2.3.2 Evolution de la flotte

En 2000 une série de mesures a été imposée en vue de limiter la nuisance sonore causée par le trafic aérien de Bruxelles-National. On attend principalement de l'introduction d'un système de quota sonore<sup>5</sup> pour la nuit, imposé par une décision du gouvernement fédéral, février 2000, qu'il obligera les compagnies aériennes à remplacer leur flotte par des appareils moins bruyants.

Les mesures concernées par cette décision doivent être d'application pour 2002, mais une évolution de la flotte se remarquera de toute façon avant. Il ressortira de la comparaison de la flotte en 1999 et 2000 dans quelle mesure l'annonce de ces mesures a déjà incité les compagnies aériennes à remplacer leurs appareils bruyants ou du moins à ne plus les utiliser la nuit.

Le tableau suivant montre l'évolution entre 1999 et 2000 du nombre de départs d'un type d'avion précis. Le tableau reprend les types d'avions les plus fréquents qui contribuent le plus à la charge sonore autour de l'aéroport sur la base du quotacount.

Tableau 1: Evolution des types d'avions les plus bruyants à Zaventem

	Journée		Nuit		(QCdep)
	1999	2000	1999	2000	
B742	625	583	165	134	57.0
B743	511	49	8	1	50.1
DC86	29	14	6	2	38.7

<sup>5</sup> Décision du Conseil d'Administration de BIAC du 15 juin 2000 relatif à l'instauration de quotas sonores pendant la nuit. Approuvé par AM 14259, 26 oct. 2000 et publié au MB. 17 nov. 2000

	Journée		Nuit		
BA11	61	20		1	28.0
B744	464	566	44	35	23.0
DC10	680	687	353	316	20.7
T154	198	207	4	2	20.3
B732	10420	3012	272	50	17.4
B722	1373	1241	3917	3153	16.3
A332	40	1853		4	11.7
C130	1103	1167	215	87	11.6
A306	214	141	1	11	11.4
DC9	427	66	3		11.2
MD11	1744	1747	329	275	11.2
A343	4	733		92	11.2
B721	153	130	764	515	10.8
A30B	1104	867	1038	1902	10.7
A330	1680	10	12		10.2
A340	1489	252	39	43	9.2
DC87	91	72	257	66	8.4
B763	2584	2764	24	31	7.8
B762	213	57	30	3	7.7
A310	373	418	10	18	7.2
MD82	5076	3517	19	11	6.0

Cette comparaison montre la diminution de presque tous les avions bruyants, tant pendant le jour que pendant la nuit. Une série de tendances prévues se retrouvent déjà dans le nombre de vols par type d'avion. En 2000, la SABENA a procédé à une modification radicale de sa flotte. Un pas important au niveau de la production de bruit est le retrait de la flotte des Boeing 737-200, voir tableau. L'évolution prévue chez DHL s'installe progressivement avec une nette diminution du nombre de Boeing 727 (surtout la nuit) et l'augmentation des A300 (A306 et A30B).

Vu la diminution du nombre de vols de nuit et un remplacement au sein de la flotte par des avions moins bruyants, on ne prévoit certainement pas d'augmentation de la taille des contours de bruits 2000.

### 3. Méthode de calcul des contours de bruit autour de Bruxelles-National

Pour déterminer les contours de bruit, il y a lieu de rechercher des points autour de l'aéroport qui présente une même charge sonore. Il est en effet impensable de mesurer la charge sonore de chaque point. C'est pourquoi il est internationalement accepté de déterminer les contours de bruit à l'aide de simulation sur un modèle informatique.

Pour le calcul des contours de bruit autour des aéroports, on utilise en Belgique, tout comme dans de nombreux pays, l'Integrated Noise Model (ci-après INM) de la Federal Aviation Administration (FAA) des Etats-Unis d'Amérique. Ce modèle et la méthode suivie sont conformes à la méthode prescrite par la législation VLAREM (chapitre 5.57 Aéroports).

La procédure de calcul des contours de bruit peut être répartie en 3 étapes:

- La compilation d'informations relatives aux mouvements de vols concernés, les routes empruntées et les caractéristiques de l'aéroport comme input pour INM;
- Le calcul proprement dit par l'INM
- Le traitement des données obtenues dans le Système d'Information Géographique (SIG)

#### 3.1 Compilation de la saisie pour INM

L'INM calcule les contours de bruit autour des aéroports à partir d'un fichier d'entrée 'jour moyen (nuit, 24h,...)'. La signification d'un jour moyen n'est PAS un jour où les circonstances ont revêtu une valeur moyenne. Pour déterminer un jour moyen, on compte tous les vols (présentant des spécifications identiques) de jour pendant une année et les sommes obtenues sont divisées par le nombre de jours de l'année.

Tous ces vols empruntent certaines voies aériennes, couloirs qui sont principalement déterminés par les SID (Standard Instrumental Departure Procedure) ou STAR (Standard Instrumental Arrival Procedure) utilisés. Les SID et STAR existants sont repris dans l'AIP, Aeronautical Information Publication, et déterminent la procédure que le pilote doit suivre pendant les mouvement de vols à partir de et vers Bruxelles-National.

##### 3.1.1 Informations de vol

Afin de pouvoir prendre en compte un vol pour déterminer l'input pour INM, un certain nombre de données sont nécessaires :

- Type d'avions

- Moment
- Type de mouvement
- Destination ou origine du vol
- Piste d'atterrissage ou de décollage utilisée
- SID ou STAR appliquée

Pour les calculs des contours à Bruxelles-National en 2000, les informations de vol ont été fournies par BIAC. Afin d'être le plus complet possible, les données extraites de la banque de données de BIAC, CDB (Central Data Base) ont été complétées par les données de plans de vol et les données de piste de BELGOCONTROL. Les vols dont les informations sont incomplètes (ainsi que les hélicoptères) ne doivent pas être pris en compte pour déterminer le fichier input, mais sont finalement pris en compte en extrapolant le nombre de vols complets à partir du nombre total de vols pendant l'année. Cette extrapolation semble représenter en pratique seulement une petite fraction (de l'ordre de 1 à 2%).

Pour chaque type d'avion de la banque de données, il faut chercher un équivalent INM sur la base du type, des moteurs, de l'immatriculation,... Dans la plupart des cas, les types d'avions se trouvent dans l'INM. Dans le cas contraire, l'avion est simulé par un avion similaire sur la base des remplacements approuvés par l'ICAO. Pour une petite minorité qui ne peut pas encore être identifiée dans l'INM, on recherche un équivalent à partir des données de bruit.

Sur la base de la destination, le poids de l'avion dans le profil de décollage est également pris en compte à l'aide d'un tableau de conversion prévu par la Federal Aviation Administration,.

### **3.1.2 Données radar**

L'Aeronautical Information Publication (AIP) reprend un certain nombre de SID par piste. Ces descriptions pour le départ ne sont pas des déterminations dans l'espace mais sont fixées comme procédures devant être suivies après le décollage de Bruxelles-National. Ces procédures obligent par exemple les pilotes à effectuer une certaine manœuvre à une certaine altitude. Puisque l'obtention d'une certaine altitude dépend fortement du type d'avion (taille, nombre de moteurs, ...), de son poids (surtout en fonction de la quantité de carburant nécessaire à effectuer une certaine distance) et des conditions météorologiques, il y a une grande dispersion dans l'espace dans les routes effectives suite à une certaine SID.

La situation réelle de la projection horizontale par SID est déterminée par des données radar <sup>6</sup> pendant l'année. La définition d'une série de routes secondaires en plus de cette route moyenne tient compte de la dispersion sur cette SID.

Tout comme le calcul des contours de l'année dernière (1999), on a affiné la détermination de ces couloirs par rapport aux années précédentes. L'examen des données radar en 1999 a en effet montré que les couloirs réellement empruntés peuvent être bien décrits lorsque les avions sont répartis en 6 sous-groupes. Pour le calcul des contours 2000 on a utilisé la même répartition qu'en 1999. Pour chaque groupe, les données radar ont été extraites à partir d'une série de jours répartis sur l'année, de sorte que chaque jour de la semaine est également repris. A partir de ces données radar, un outil INM permet de déterminer la situation de la route moyenne et la dispersion autour de cette route. L'Annexe 3 fournit plus d'informations sur la méthode utilisée.

### 3.2 Exécution des calculs de contours

#### 3.2.1 *Calculs de contours à l'aide de l'INM 5.2a*

Bien que le modèle de calcul utilisé soit constamment amélioré et complété par de nouvelles versions de l'INM, les contours de bruit 2000 sont encore toujours calculés, à la demande de BIAC, avec la version 5.2a du modèle. Comme cette version a été utilisée par le passé, cela favorise la comparaison et l'observation des évolutions de l'évolution du bruit généré par la présence de l'aéroport. Il faut ici noter que la comparabilité prime ici sur l'exactitude.

Par analogie avec les calculs de contours pour l'année 1999, on appliquera pour 2000 une méthode de calcul plus moderne et on fera un reporting séparé au Laboratoire d'Acoustique et de Physique Thermique<sup>3</sup>.

#### 3.2.2 *Corrélation entre les mesures (NMS) et les calculs (INM)*

Le calcul avec l'INM des valeurs  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  à hauteur des points de mesure permet de vérifier si les résultats des calculs de contours correspondent aux niveaux sonores mesurés par le NMS (Noise monitoring system) de BIAC. L'Annexe 2 reprend la localisation des 16 Noise Monitoring Terminals (NMT's) faisant partie du NMS.

Les valeurs  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  calculées sont comparées aux valeurs  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  suite aux événements corrélés dans le NMS. Un « événement » est défini comme un événement sonore qui atteint pendant au moins 10 secondes un seuil de 65 dB(A) ou 70 dB(A), selon le bruit de fond typique. Un événement corrélé est un événement qui est attribué par le NMS à

---

<sup>6</sup> Les données radar autour de Bruxelles-National sont disponibles jusqu'à 4000 pieds et dans un cadre suffisamment grand pour le calcul des contours.



un avion en survol sur la base de la corrélation avec les données de vol et les données radar.

Afin d'écarter les événements qui ne sont pas liés au trafic aérien, seuls les événements corrélés de moins de 75 secondes sont pris en compte.

Pendant la période du 1er mai 2000 au 10 septembre 2000, le système automatique NMS de BIAC a cependant rencontré des problèmes. Une faute de synchronisation entre deux systèmes informatiques a créé un décalage dans le temps entre les données radar d'un certain vol et les observations de ce vol dans le système NMS. Les résultats de la procédure de fusion ne sont donc pas fiables pour cette période.

Afin de tout de même faire une comparaison entre les calculs et les mesures, la période pendant laquelle le système a fonctionné correctement est prise en compte. Une seconde possibilité est de refusionner les données. Cette seconde option a été examinée antérieurement par APT. Si un avion se trouve dans une certaine fenêtre temporelle autour d'un événement du NMS qui se trouve dans une fenêtre spatiale près du microphone, on peut présumer que l'événement a été provoqué par le survol de l'avion. Cette procédure a été développée à la K.U. Leuven avec une certaine réserve car il faut procéder à une évaluation pour déterminer la taille de ces fenêtres.

Les diverses possibilités seront mentionnées dans la comparaison des résultats de calcul.

### 3.3 Traitement final dans un SIG

L'introduction des contours de bruit dans le Système d'Information Géographique (SIG) permet, outre l'impression des cartes de contours sonores, également une analyse spatiale. On peut ainsi en première instance calculer la surface des zones de contour par commune.

De plus, la combinaison des contours avec une carte démographique digitale permet également de calculer le nombre d'habitants à l'intérieur des diverses zones de contour. Les données démographiques proviennent de l'Institut National de Statistiques (INS) et reflètent la situation démographique en 1997. A la demande de BIAC, on a ici aussi choisi de ne pas utiliser les données démographiques les plus récentes en vue de la comparabilité avec les années précédentes. Cependant, comme le nombre d'habitants à l'intérieur des secteurs statistiques (e.a. migrations) varie, un reporting complémentaire reprendra également un comptage basé sur les données démographiques les plus récentes (1 jan. 2001) de l'INS.

Les chiffres démographiques sont disponibles au niveau des secteurs statistiques. En supposant que la population est répartie équitablement dans le secteur statistique et en tenant compte uniquement la partie du secteur se trouvant à l'intérieur du contour, on approche relativement bien de la réalité.

## 4. Résultats

### 4.1 Corrélation entre les mesures (NMS) et les calculs (INM)

Le logiciel INM permet de faire un calcul du niveau  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  à un endroit précis autour de l'aéroport. Ce calcul aux endroits des points de mesures du 'Noise Monitoring System' permet de vérifier dans quelle mesure les valeurs calculées correspondent aux valeurs enregistrées par le système de mesure.

Les valeurs  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  calculées sont comparées avec les valeurs  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  produites par les événements corrélés du NMS. Un événement est un événement sonore dont le niveau de bruit ponctuel dépasse le seuil pendant au moins 10 secondes. Ce seuil de 65 dB(A) ou 70 dB(A) est choisi selon le bruit de fond typique, afin d'éviter l'enregistrement des événements ne provenant pas des avions. On ne répertorie dans le réseau de mesures que les paramètres acoustiques de l'événement. Afin d'éliminer les événements qui n'ont rien à voir avec les avions, le système procède à une fusion des données de vols et des données radar et les événements sont corrélés avec un survol dans la mesure du possible.

Le système de corrélation est loin d'être parfait et des événements sont régulièrement attribués à tort au trafic de survol. Afin de minimaliser la contribution de ces événements dans la comparaison, seuls les événements de moins de 75 secondes sont pris en compte.

En 2000, le système de corrélation automatique a rencontré des problèmes de sorte qu'aucune ou peu de données corrélées sont disponibles pour la période entre le 1er mai 2000 et le 10 septembre 2000. Afin de toutefois pouvoir faire la comparaison entre le calcul et la mesure, deux options ont été élaborées. D'une part, le niveau  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  a été déterminé à l'aide des données provenant de la corrélation automatique pendant la période où les problèmes techniques ont été rencontrés. D'autre part, le Laboratoire d'Acoustique et de Physique Thermique a effectué une corrélation temps et lieu à partir des données approximatives comme celles disponibles dans le réseau de mesures et auprès du dispatching. Malgré les défauts inhérents à la corrélation créée, nous prévoyons toutefois que ces données peuvent fournir une indication lors de l'évaluation des contours de bruit calculés.

Le tableau ci-après présente une comparaison entre les valeurs  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  calculées à hauteur des divers points de mesure et les valeurs  $L_{A\text{éq},24\text{h}}$  qui peuvent être calculées à l'aide des données produites par les deux types de corrélation.

Tableau 2: Corrélation mesures - calculs

	INM	Corrélation NMS*		Corrélation K.U.Leuven	
	L <sub>Aéq,24h</sub> calculé	L <sub>Aéq,24h</sub> par rapport aux événements fusionnés < 75 sec.	Mesure - INM	L <sub>Aéq,24h</sub> par rapport aux événements fusionnés < 75 sec.	Mesure INM
<b>NMT 1</b> , Steenokkerzeel	66.7	61.8	4.9	62.1	4.6
<b>NMT 2</b> , Kortenberg	70.9	71.2	-0.3	71.9	-0.9
<b>NMT 3</b> , Diegem	73.4	72.7	0.7	73.5	-0.1
<b>NMT 4</b> , Nossegem	64.0	66.0	-2.0	66.5	-2.5
<b>NMT 5</b> , Schaerbeek					
<b>NMT 6</b> , Evere	51.2	54.0	-2.8	54.6	-3.4
<b>NMT 7</b> , Sterrebeek	54.1	54.8	-0.7	54.7	-0.6
<b>NMT 8</b> , Kampenhout	53.8	55.5	-1.7	55.4	-1.6
<b>NMT 9</b> , Perk	51.9	49.3	2.6	48.5	3.4
<b>NMT 10</b> , Neder-Over-Heembeek	56.7	58.8	-2.1	59.1	-2.4
<b>NMT 11</b> , Woluwé-Saint-Pierre	49.0	49.1	-0.1	50.0	-1.0
<b>NMT 12</b> , Duisburg	49.8	47.6	2.2	48.0	1.8
<b>NMT 13</b> , Grimbergen	50.4	49.1	1.4	49.3	1.1
<b>NMT 14</b> , Wemmel	48.7	49.3	-0.6	50.4	-1.7
<b>NMT 15</b> , Zaventem	56.5	57.2	-0.7	56.7	-0.2
<b>NMT 16</b> , Veltem	58.8	59.8	-1.0	60.1	-1.3

\* Pendant la période où la corrélation NMS était opérationnelle.

La comparaison avec les calculs de contours de bruit des années précédentes montre que, malgré le manque de corrélation NMS automatique pendant une vaste période de l'année, on obtient tout de même un accord comparable à ceux des calculs précédents et qui en soi peuvent être qualifiés de bon à très bon. Vu les incertitudes qu'il y a sur l'ensemble 'points de mesure/corrélation', la différence obtenue est du même ordre de grandeur que l'erreur possible sur les valeurs.

Il est remarquable que chaque année, ce soient les mêmes points de mesures qui correspondent moins avec les simulations. Le NMT01, situé à l'aéroport même, au début de la piste 25R a déjà été remis plusieurs fois en question comme point de contrôle. De par sa position, à peu près entre les avions en taxi, il enregistrera également une grande partie du bruit au sol. Ceci apparaît e.a. dans la différence entre les valeurs L<sub>Aéq,24h</sub> d'environ 4 dB(A) avec et sans limite supérieure de 75 secondes.

Cela signifie qu'un grand nombre de longs événements sont enregistrés alors qu'ils n'ont probablement pas de rapport avec le décollage ou l'atterrissage d'un seul avion, mais également avec les avions en taxi près du point de mesure, ce qui n'est pas pris en compte dans l'INM.

Le NMT06 à Evere semble également être moins bien situé, près de l'entrepôt des bus de la STIB. C'est toutefois la première fois que l'on constate une différence relativement grande pour le NMT09 à Perk. L'explication n'en est pas claire.

Pour la majorité des points de mesure il ressort que les contours de bruit pour 2000, comme pour les années précédentes, peuvent être considérés comme le reflet fidèle de la charge de bruit découlant du trafic aérien. De légères différences sont constatées pour quelques points de mesure ; il peut y avoir plusieurs raisons sans que cela indique un calcul moins fiable des contours de bruit. Alors que le manque de corrélation existait les années précédentes, il semble plus particulièrement être une première source d'inquiétude et devra être examiné ultérieurement.

#### **4.2 Evolution du niveau de l'événement de bruit $L_{A_{\text{eq}},24\text{h}}$ -niveau**

Le schéma ci-après montre l'évolution du niveau  $L_{A_{\text{eq}},24\text{h}}$  sur la base des mesures de bruit pendant toute l'année sur la période 1999-2000. Ces données sont les valeurs  $L_{A_{\text{eq}},24\text{h}}$  réellement mesurées et constatées à hauteur des points de mesure, sans savoir si l'événement est causé par du trafic aérien de survol ou d'autres sources de bruit.

Le schéma montre que pour la majorité des points de mesure, le niveau  $L_{A_{\text{eq}},24\text{h}}$  a considérablement diminué la dernière année. Pourtant, le trafic aérien total à l'aéroport a augmenté de 4% en 2000 par rapport à 1999. Comme signalé plus haut, il y a eu en 2000 quelques changements dans la composition de la flotte de différentes compagnies aériennes qui réduisent le bruit produit par les survols.

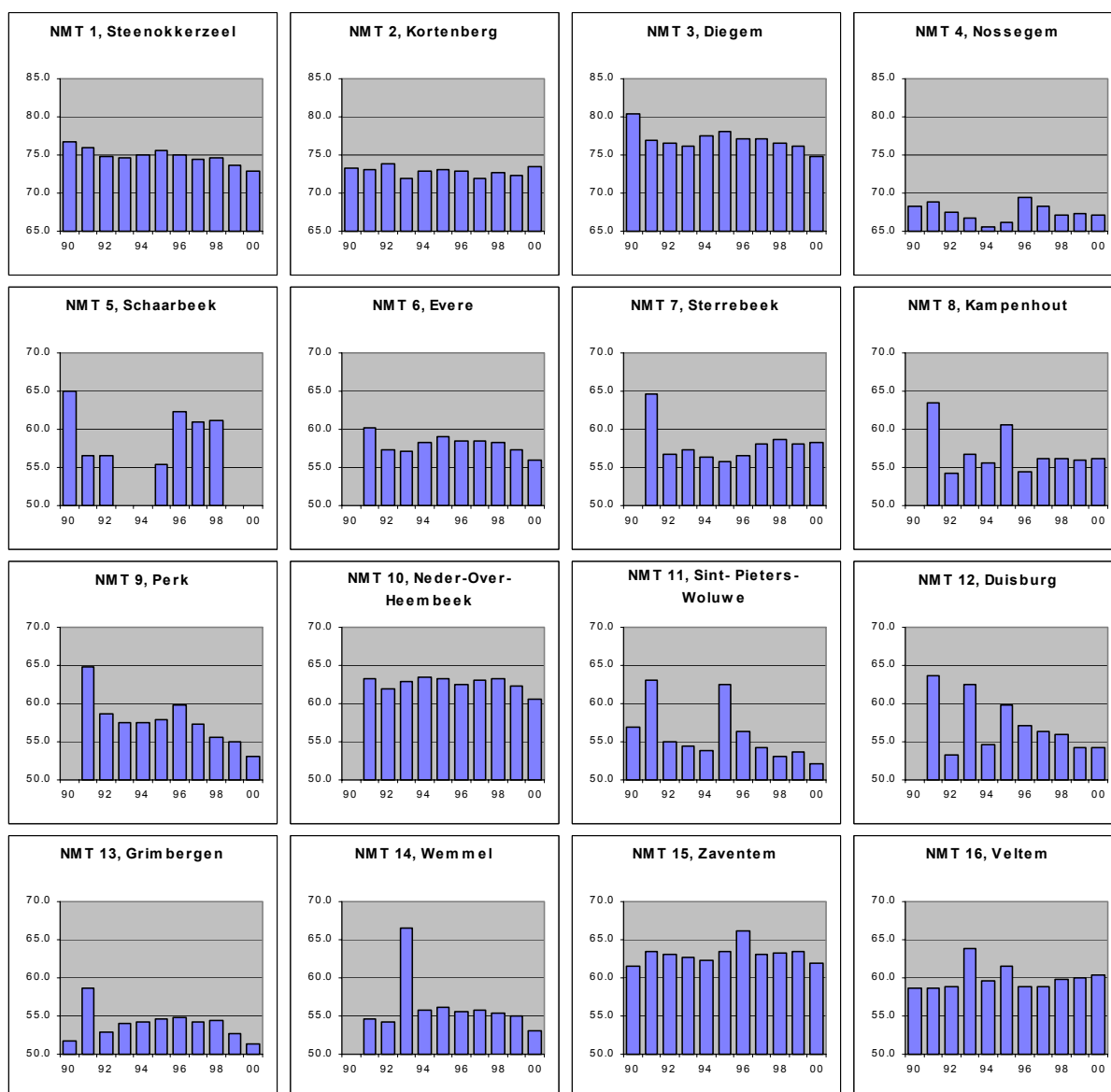


Schéma 5 Evolution du niveau  $LA_{eq,24H}$  à hauteur des points de mesures du réseau de mesure fixe

### 4.3 Interprétation des contours de bruit

Les cartes de contours de bruit pour les différentes grandeurs ( $LA_{eq,jour}$ ,  $LA_{eq,nuit}$ ,  $LDN$ ) sont reprises à l'Annexe 6 et à l'Annexe 7. Des tableaux reprenant la superficie, le nombre d'habitants et le nombre de personnes potentiellement fort gênées ont été établis sur la base des cartes de contours de bruit.

Une évolution des superficies et habitants à l'intérieur de diverses zones de contours de 1996 à 2000 est reprise à l'Annexe 5. Dans 0, les contours  $LDN$ -,  $LA_{eq,jour}$ ,  $LA_{eq,nuit}$  pour

1999 et 2000 sont repris, à titre de comparaison, avec les contours de l'année d'avant sur une carte démographique.

Pour les données démographiques, il y a lieu de répéter qu'à la demande de BIAC, le nombre d'habitants par zone de bruit est compté à partir des données démographiques de 1997. Cela améliore la comparabilité lors de l'évaluation de la situation du bruit à l'aéroport de Bruxelles-National. Par contre, l'évaluation actuelle du nombre d'habitants en 2000 est plus difficile.

L'examen des résultats montre que l'utilisation des pistes joue un grand rôle dans la forme des contours. Ces données sont résumées par un graphique à l'Annexe 1 .

#### **4.3.1 Contours $L_{Aeq,jour}$**

En ce qui concerne l'utilisation préférentielle des pistes, l'atterrissage s'effectue principalement sur les pistes 25R et 25L, tout comme en 2000. De plus, la piste 25R est de loin la plus utilisée pour les décollages. On ne s'écarte de ce scénario de base que dans certaines conditions atmosphériques pour utiliser alors d'autres pistes.

Les contours de bruit reflètent cette utilisation préférentielle des pistes par deux crêtes dans leur forme suite aux atterrissages sur les pistes 25L et 25R.

Malgré l'augmentation des mouvements de vol en journée, on remarque une diminution évidente des contours de bruit, principalement dans la partie occidentale de l'aéroport, où les contours sont déterminés par le trafic partant. Le rétrécissement des contours de bruit est causé par le retrait de la flotte d'une série d'appareils bruyants. Que ce progrès ne se reflète pas dans les crêtes suite aux atterrissages n'est pas inattendu. Il apparaît que les avions à l'atterrissage pourront à peine contribuer à l'amélioration de la production de bruit.

La crête de contour au sud de l'aéroport, suite aux atterrissages sur la piste 02, a malgré tout fortement diminué. D'après les données sur l'utilisation des pistes, il semble que cela soit dû à une diminution de l'utilisation de cette piste de 5.9 % en 1999 à 3.6 % in 2000.

Un fait frappant est l'évolution de la protubérance suite aux 'routes Chabert', dans la prolongation de la piste 25, qui ne suit pas vraiment l'évolution générale du rétrécissement des contours. Il ressort pourtant des données sur l'évolution de l'utilisation de piste que ces routes ne sont plus utilisées dans cette proportion. On soupçonne que cette protubérance est causée par la légère augmentation du nombre de vols diurnes, combinée au fait que ces routes sont principalement empruntées par de

très gros types d'avions, comme le Boeing 747, pour lesquels il n'existe pas vraiment d'alternative plus silencieuse, offrant la même capacité.

#### **4.3.2 Contours $L_{Aeq,nuit}$**

L'utilisation préférentielle des pistes pendant la nuit (23:00 à 06:00) prévoit des atterrissages sur les pistes 25L en 25R. Cette utilisation des pistes se reflète dans les contours de bruit  $L_{Aeq,nuit}$  pour la nuit par deux protubérances vers l'est. Comparativement, il y a une augmentation dans l'utilisation de la piste 25L par rapport à la 25R par rapport à 1999. Ceci, combiné à la diminution générale du nombre de vols nocturnes, fait que la protubérance à la piste 25L s'étend aussi loin qu'en 1999 alors que celle à la piste 25R est plus courte.

Pour les départs nocturnes, les pistes 25R et 20 sont généralement utilisées pour les départs dont la destination est respectivement au nord et au sud. Cette dispersion des vols nocturnes partants provoque 2 formes typiques en forme de lobe des contours de bruit dans la prolongation des pistes 25R et 20. Les contours de bruit montrent une nette diminution des zones de contours dans la prolongation de la piste 25R et un statu quo vers le sud. En plus de la diminution du nombre de vols de nuit, un net déplacement des vols vers la piste 20 par rapport à 1999 est à la base de cette évolution.

#### **4.3.3 Contours $L_{DN}$**

La grandeur  $L_{DN}$  est une somme logarithmique de  $L_{Aeq,jour}$  et  $L_{Aeqnuit}$  dans laquelle les vols nocturnes se voient attribuer un facteur punitif 10. Etant donné qu'il s'agit d'une opération purement mathématique, les observations évoquées dans les paragraphes précédents se retrouvent dans les contours de bruit  $L_{DN}$ .

Suite au glissement des atterrissages de la piste 25R vers la piste 25L, la protubérance située à la piste 25R a rétréci par rapport à 1999. La diminution des vols nocturnes compense l'augmentation relative de l'utilisation de la 25L de sorte que la protubérance du contour reste plus au moins pareille.

La diminution du nombre de vols nocturnes cause un rétrécissement des lobes de contours aux pistes 25R et 20. De par un déplacement des départs de la 25R vers la 20, la diminution se situe principalement du côté de la 25R.

#### **4.4 Nombre de personnes potentiellement fort gênées**

Une évaluation du nombre de personnes potentiellement fort gênées à l'intérieur des différentes zones de contours calculées est faite sur la base des contours  $L_{DN}$  et le rapport entre  $L_{DN}$  et une forte nuisance telle que constatée par Miedema, 1992. Les données détaillées s'y rapportant sont reprises à l'Annexe 4. Un aperçu moins détaillé



est repris dans le tableau ci-après, qui compare le nombre de personnes potentiellement gênées par commune avec le nombre de personnes potentiellement gênées ces dernières années. Le tableau reprend les données depuis 1996.

*Tableau 3: Evolution du nombre de personnes potentiellement fort gênées à l'intérieur du contour  $L_{DN}$  de 55 dB(A) par commune (calculé d'après Miedema, 1992)*

COMMUNE	Nombre de personnes potentiellement fort gênées à l'intérieur du contour de 55 dB(A)				
	1996	1997	1998	1999	2000
BERTEM	0	0	4	0	0
BRUXELLES	2680	2513	2216	2385	1836
EVERE	2820	3539	1952	1538	883
GRIMBERGEN	5090	3885	4026	3649	2205
HAACHT	30	41	40	51	44
HERENT	120	119	145	157	154
HULDENBERG	0	0	13	39	24
KAMPENHOUT	530	492	467	537	435
KORTENBERG	1170	765	606	674	556
KRAAINEM	910	1370	84	406	51
LEUVEN	30	11	20	18	17
MACHELEN	4740	4769	4822	4678	3833
MEISE	210	963	817	939	148
MERCHTEM	0	1	0	1	0
OVERIJSE	0	1	37	51	27
SCHAARBEEK	0	123	0	0	0
STEENOKKERZEEL	2980	2587	2570	2518	1908
TERVUREN	0	1104	1891	1716	1389
VILVOORDE	4200	3225	3701	3100	2165
WEMMEL	160	201	159	209	86
WEZEMBEEK-OPPEM	370	1394	1120	1600	1153
WOLUWE-SAINT-LAMBERT	390	667	44	124	0
WOLUWE-SAINT-PIERRE	370	35	0	0	0
ZAVENTEM	5630	6318	6933	6841	5287
<b>Total</b>	<b>32420</b>	<b>34123</b>	<b>31666</b>	<b>31231</b>	<b>22201</b>

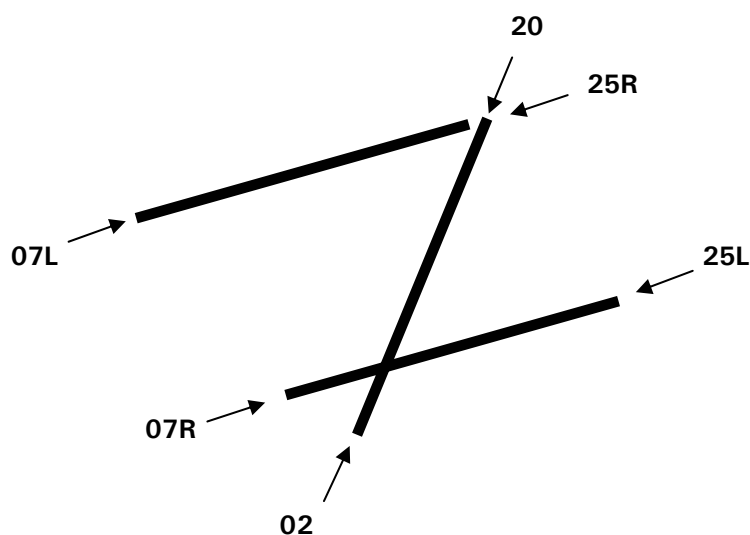
Comme on peut le prévoir à partir des cartes de contours de bruit, il y a une diminution radicale du nombre de personnes potentiellement fort gênées. Cette diminution a deux causes déjà remarquées précédemment. D'une part, les compagnies aériennes procèdent actuellement à une nette modification de la flotte. D'autre part, il y a la diminution du trafic aérien nocturne, ce qui, compte tenu du facteur punitif attribué à un vol nocturne, constitue un impact certain.

## Annexe 1 Répartition de l'utilisation de piste en 2000

La répartition de l'utilisation des pistes a été déduite des données introduites dans l'INM pour le calcul des contours de bruit en 2000 et se base sur la banque de donnée CBD de BIAC, si nécessaire complétée par le plan de vol et les données de piste de BELGOCONTROL.

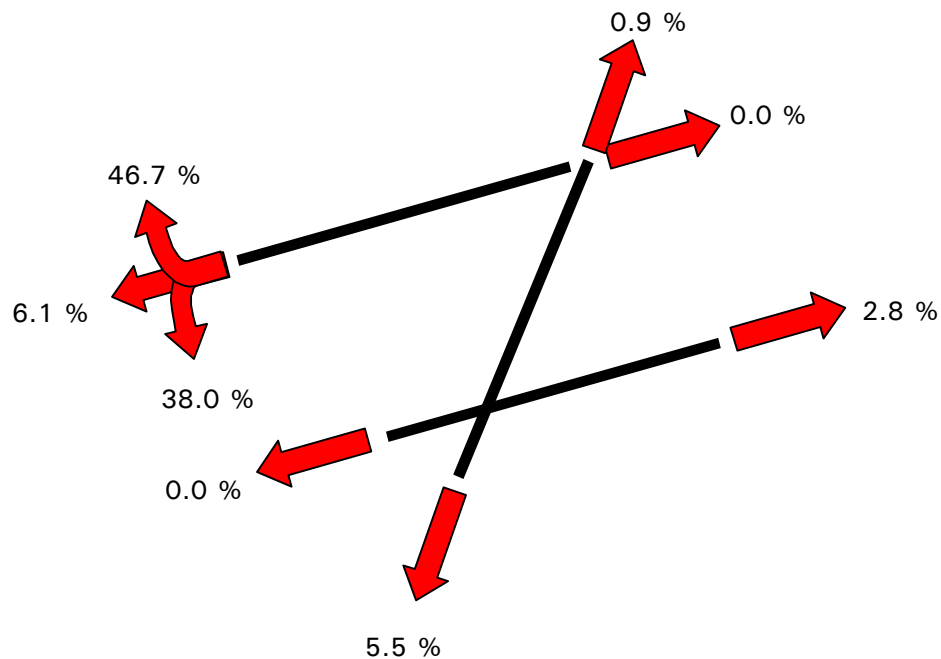
Vu l'importance de la piste 25R et son impact sur les contours, l'utilisation de piste pour les départs à partir de la 25R a été subdivisée selon les 3 directions majeures ; à savoir les avions qui tournent vers le sud immédiatement après le décollage et les avions qui continuent vers l'ouest immédiatement après le décollage.

Le schéma ci-dessous reprend la dénomination des pistes.

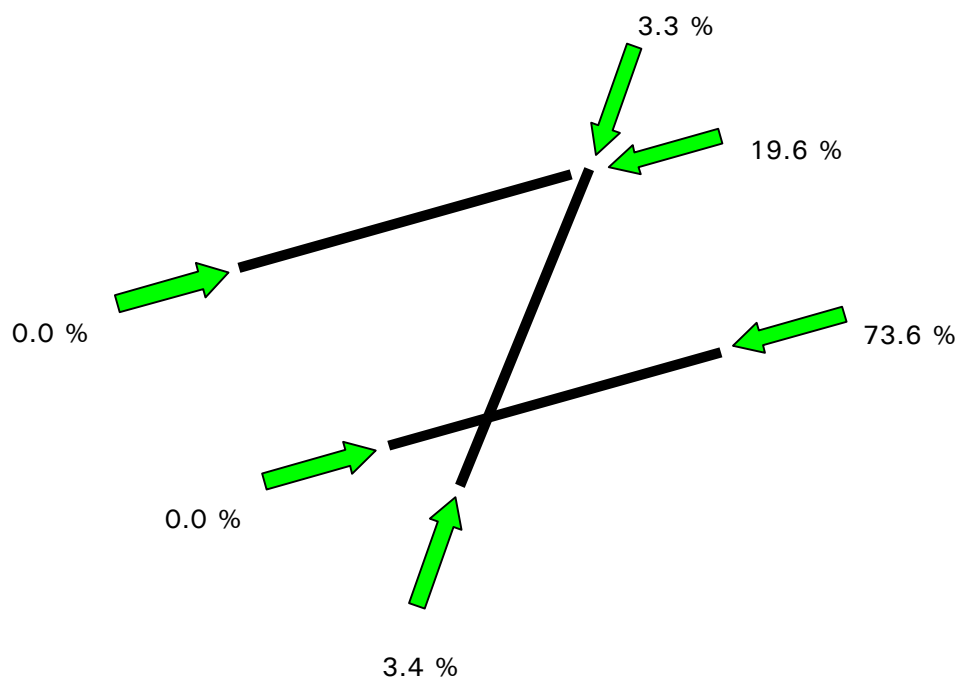


**Schéma 6** Configuration et dénomination des pistes de décollage et d'atterrissage à Bruxelles-National

**Nombre de vols sur une base annuelle (2000)**

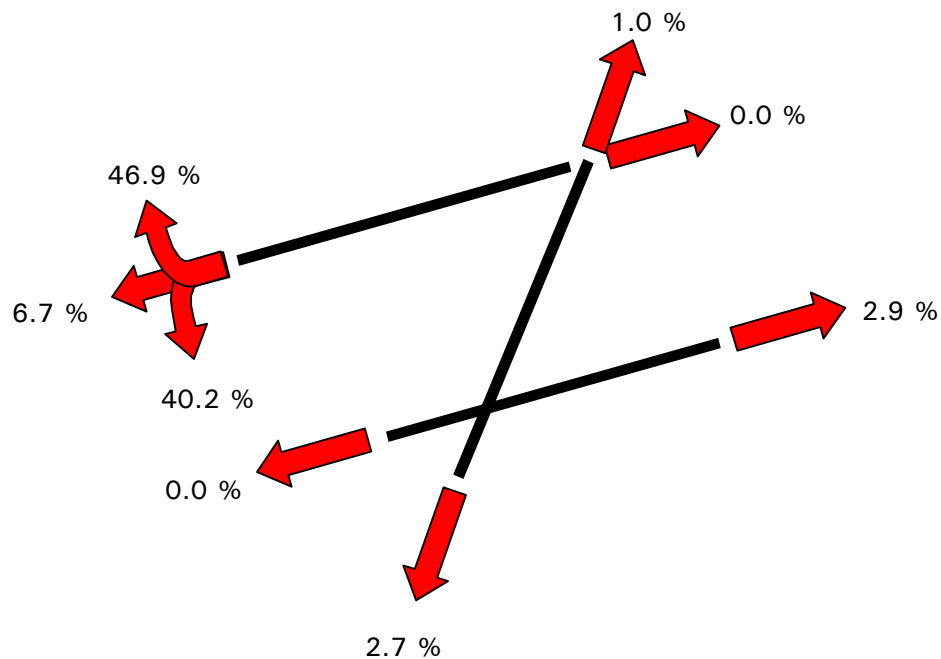


**Schéma 7 Répartition en pourcentage du nombre total de départs en 2000**

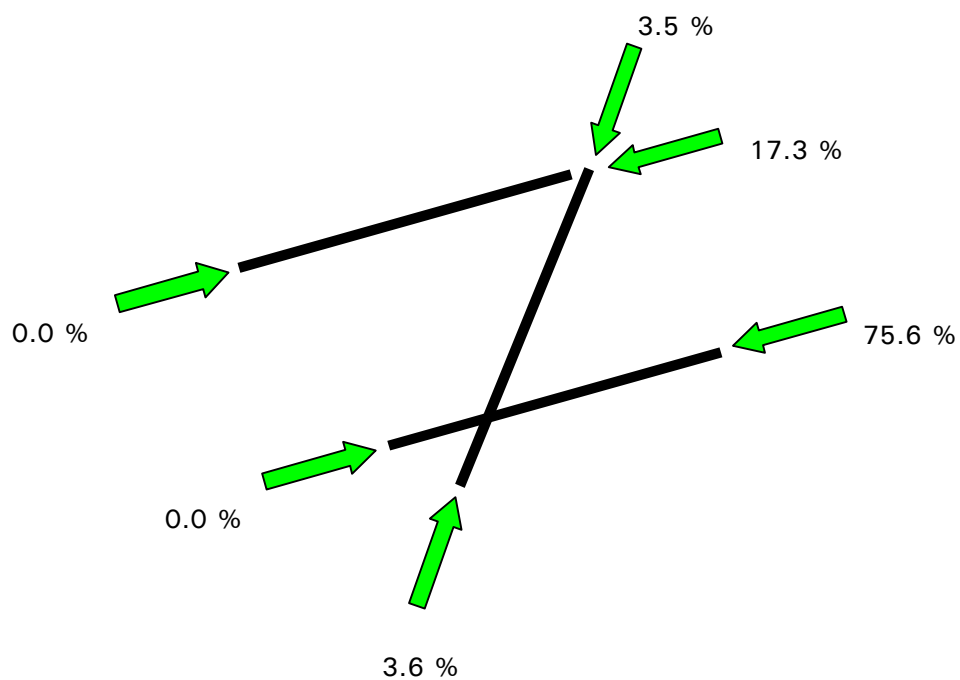


**Schéma 8 Répartition en pourcentage du nombre total d'atterrissages en 2000**

**Nombre de vols de jour sur une base annuelle (2000)**

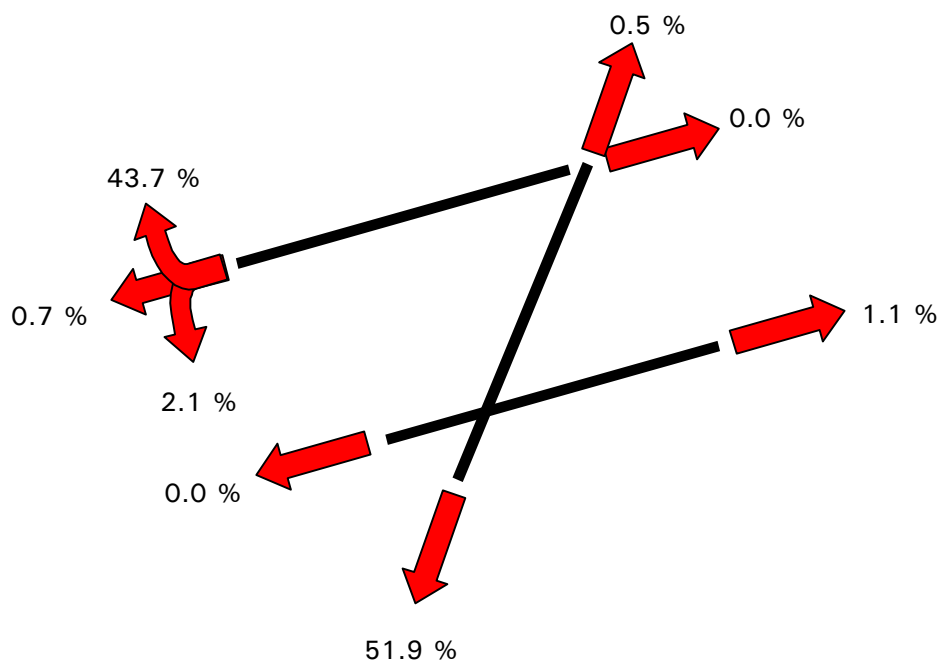


**Schéma 9** Répartition en pourcentage du nombre de départs diurnes en 2000

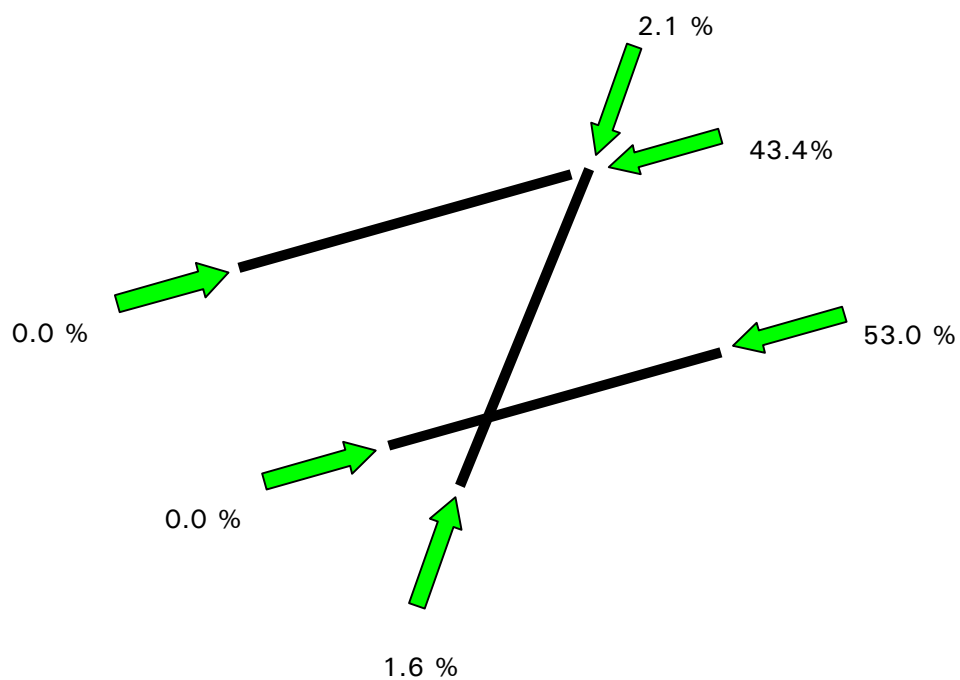


**Schéma 10** Répartition en pourcentage du nombre d'atterrissages diurnes en 2000

**Nombre de vols de nuit sur une base annuelle (2000)**

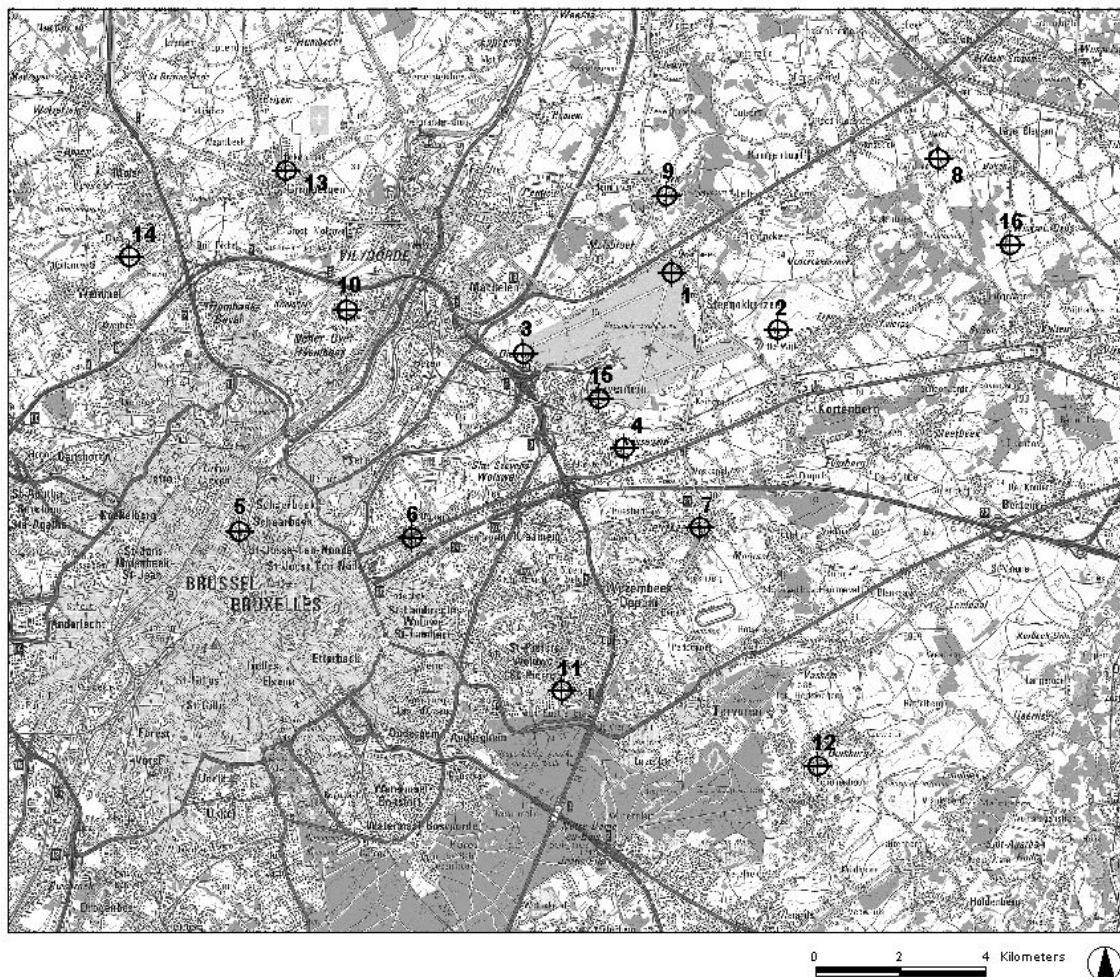


**Schéma 11 Répartition en pourcentage du nombre de départs nocturnes en 2000**



**Schéma 12 Répartition en pourcentage du nombre d'atterrissages nocturnes en 2000**

## Annexe 2 Emplacement des points de mesure



Numéro NMT	Localisation	Numéro NMT	Localisation
1	Steenokkerzeel	9	Perk
2	Kortenbergh	10	Neder-Over-Heembeek
3	Diegem	11	Woluwe-Saint-Pierre
4	Nossegem	12	Duisburg
5	Schaerbeek	13	Grimbergen
6	Evere	14	Wemmel
7	Sterrebeek	15	Zaventem
8	Kampenhout	16	Veltem

## Annexe 3 Notes techniques

### Nouvelle méthodologie pour l'introduction de SID dans l'INM

L'introduction de SID a été, comme l'année dernière, faite de façon plus détaillée par rapport aux années précédentes. Pour les calculs de contours d'avant 1999 on a simulé tous les avions ayant un SID bien déterminé sur 1 route. Cela ne reflète pas tout à fait la réalité. Lors des procédures de démarrage dans l'AIP, les manœuvres de virage sont en effet déterminées sur la base d'une certaine altitude. Selon le type d'avion et le chargement de l'avion, un avion atteint cette altitude à un endroit différent. Afin de mieux se rapprocher de la réalité en 1999, on a choisi d'introduire davantage de routes de vol dans l'INM selon le type d'avion.

Aussi la méthode suivante a-t-elle été suivie :

Les avions contribuant le plus à la surcharge sonore sur les 15 points de mesure opérationnels ont été sélectionnés sur la base des données de mesure du NMS.

Il en a été tenu compte tant avec le niveau de bruit qu'avec le nombre de survols.

24 types d'avions ont été sélectionnés sur la base des données de mesure. Vu le caractère spécifique de vols de nuit, l'avion B727«hushkitté» bruyant de DHL a été traité dans une catégorie distincte. Sur la base de données radar, des groupes de types d'avions dont l'emplacement spatial de la route de vol est analogue a été recherché pour les 25 types d'avions. Le regroupement des types d'avions sur la base de la situation spatiale des données radar semblait correspondre à la répartition sur la base du Maximum Take Off Weight (MTOW)\* des types d'avions. Le tableau ci-après reprend les types d'avions des groupes ainsi obtenus ainsi que le MTOW moyen de ce type d'avion sur la base du tableau de l'IMMA.

GROUPE 1: BA46 (43), DH8C (20)

GROUPE 2: A319 (68), A320 (74), A321 (84), B732 (54), B733 (61), B734 (66), B735 (55), C130 (71), MD80 (67), DC9 (51), B752 (107), B721 (76)

GROUPE 3: A340 (260), A330 (220), A30B (161), DC86 (156), DC87 (157), B763 (181)

GROUPE 4: DC10 (254), MD11 (282), B741 (335), B742 (370), B743 (376), B744 (393), C5 (375)

GROUPE 5: B727 de DHL

---

\* Poids Maximum au Décollage

Les SID les plus courants (sur lesquels plus de 90% des avions d'un groupe volent) ont ensuite été déterminés pour ces 5 groupes. Une route de vol distincte a été établie au sein d'un groupe pour chacun de ces SID. D'autres SID habituels ont été introduits dans l'INM sur la base de la route moyenne des autres données radar. Il a été tenu compte de la dispersion sur les SID au moyen des routes secondaires pour chacune des routes définies dans l'INM.

Le tableau ci-après représente, par groupe de types d'avions, les différentes routes reprises dans l'INM, avec, chaque fois, les SID constitutifs suivant l'AIP. Le groupe 0 contient toutes les routes INM inutilisées des autres groupes.

**GRUPE 0**

SID dans l'INM	pistes	SID selon les AIP						
GO_COA4C	25R	COA4C	TUL2A	DEN1C				
GO_NTM1C	25R	NTM1C	BUL1C					
GO_SPI1A	25R	SPI1A						
GO_DIK2C	25R	DIK2C	MON1A					
GO_TOL1C	25R	TOL1C	HEL1C	ONT3D				
GO_NEB3C	25R	NEB3C	CIV4C					
GO_NTM1L	20	NTM1L	BUL1L	DIK2L	MON1L			
GO_SPI1L	20	SPI1L						
GO_COA1F	02	COA1F	TOL1F	HEL1F	DEN1F	TUL1F		
GO_NTM1B	25R	NTM1B	BUL1D	SPI1B	DIK2D	MON1B		
GO_NEB1L	20	NEB1L	CIV3L					
GO_NEB1D	25R	NEB1D	CIV3D					
GO_BUL1H	07L	BUL1H	SPI1H	NTM1H	NEB1J	CIV1J	DIK2H	MON1H
GO_COA1H	07L	COA1H	TOL1H	DEN1H	HEL1H	TUL1H	KOK1H	
GO_COA1H	07R	COA1H	TOL1H	DEN1H	HEL1H	TUL1H	KOK1H	
GO_KOK3C	25R	KOK3C	KOK1D	COA3D	TUL2B			
GO_NEB1H	07L	NEB1H	CIV2H					
GO_ONT4H	07	ONT4H						
GO_ONT4C	25R	ONT4C						
GO_NTM1S	25R	NTM1S						
GO_NEB1S	25R	NEB1S	BUL1S	SPI1S	DIK1S	CIV1S		
GO_COA2L	20	COA2L	TOL1L	TUL1L	HEL1L	DEN1L	KOK3L	KOK1E
GO_NTM1F	02	NTM1F	SPI1F	BUL1F	MON1F			
GO_NEB1F	02	NEB1F	CIV2F					
GO_KOK1F	02	KOK1F	KOK1G					
GO_ONT4L	20	ONT4L						
GO_ONT4F	02	ONT4F						



---

GO_KOK1H	07	KOK1H	KOK1G
----------	----	-------	-------

**GROUPE 1**

SID dans l'INM	pistes	SID selon les AIP
G1_COA4C	25R	COA4C TUL2A
G1_NEB1D	25R	NEB1D
G1_NEB3C	25R	NEB3C CIV4C
G1_NTM1C	25R	NTM1C SPI1A BUL1C
G1_NTM1H	07R	NTM1H
G1_ONT4C	25R	ONT4C
G1_TOL1C	25R	TOL1C HEL1C

**GROUPE 2**

SID dans l'INM	pistes	SID selon les AIP
G2_NTM1C	25R	NTM1C SPI1A BUL1C
G2_COA4C	25R	COA4C DEN1C
G2_NTM1H	07R	NTM1H NEB1D
G2_NEB3C	25R	NEB3C
G2_TOL1C	25R	TOL1C
G2_NEB1D	25R	NEB1D

**GROUPE 3**

SID dans l'INM	pistes	SID selon les AIP
G3_NTM1C	25R	NTM1C BUL1C SPI1A
G3_COA4C	25R	COA4C TUL2A
G3_NEB1D	25R	NEB1D NTM1B
G3_COA1F	02	COA1F
G3_NEB1J	07R	NEB1J
G3_NEB1L	20	NEB1L
G3_NEB3C	25R	NEB3C
G3_NTM1L	20	NTM1L
G3_TOL1C	25R	TOL1C

**GROUPE 4**

SID dans l'INM	pistes	SID selon les AIP
G4_NTM1S	25R	NTM1S BUL1S NEB1S
G4_NTM1C	25R	NTM1C BUL1C
G4_COA4C	25R	COA4C TUL2A
G4_NEB3C	25R	NEB3C
G4_NEB1D	25R	NEB1D
G4_COA1F	02	COA1F
G4_NTM1H	07L	NTM1H NEB1J
G4_NTM1H	07R	NTM1H NEB1J

**GROUPE 5**

SID dans l'INM	pistes	SID selon les AIP
G5_NTM1L	20	NTM1L BUL1L SPI1L
G5_NTM1C	25R	NTM1C BUL1C
G5_NTM1S	25R	NTM1S NEB1S
G5_COA4C	25R	COA4C
G5_NEB1L	20	NEB1L
G5_TOL1C	25R	TOL1C
G5_NEB3C	25R	NEB3C

L'effet escompté sur les contours de bruit est que l'emplacement des contours, principalement déterminé par les avions bruyants, sera davantage déterminé par la situation de la projection horizontale des routes des types d'avions plus lourds et bruyants, que des appareils plus petits, virant plus rapidement. La nouvelle méthode réduit la dispersion sur les routes de vol les plus utilisées des appareils les plus bruyants.

## Annexe 4 Résultats des calculs de contours 2000

Superficies par zones de contour  $L_{Aeq,jour}$ ,  $L_{Aeq,nuit}$ ,  $L_{DN}$ Tableau 4: Superficies par zone de contour  $L_{Aeq,jour}$  et par commune pour 2000

Superficie (ha)	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					Total
	Commune	55-60	60-65	65-70	70-75	
BRUXELLES	533	285	21	0	0	838
EVERE	239	0	0	0	0	239
GRIMBERGEN	95	0	0	0	0	95
HAACHT	95	0	0	0	0	95
HERENT	271	24	0	0	0	296
KAMPENHOUT	194	26	0	0	0	220
KORTENBERG	266	233	78	13	0	589
KRAAINEM	1	0	0	0	0	1
LEUVEN	1	0	0	0	0	1
MACHELEN	253	342	246	133	39	1013
SCHAARBEEK	21	0	0	0	0	21
STEENOKKERZEEL	470	328	200	130	173	1302
VILVORDE	384	8	0	0	0	393
WOLUWE-SAINT-LAMBERT	14	0	0	0	0	14
ZAVENTEM	683	197	64	23	23	990
<b>Total</b>	<b>3519</b>	<b>1445</b>	<b>608</b>	<b>299</b>	<b>236</b>	<b>6107</b>

Tableau 5: Surperficies par zone de contour  $L_{Aeq,nuit}$  et par commune pour 2000

Superficie(ha)	Zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ en dB(A)					Total
	Commune	55-60	60-65	65-70	70-75	
BRUXELLES	347	50	0	0	0	397
HERENT	0	0	0	0	0	0
KAMPENHOUT	153	16	0	0	0	169
KORTENBERG	199	54	7	0	0	260
KRAAINEM	1	0	0	0	0	1
MACHELEN	271	263	108	30	2	674
STEENOKKERZEEL	295	204	126	80	129	835
TERVUREN	32	0	0	0	0	32
VILVORDE	47	0	0	0	0	47
WEZEMBEEK-OPPEM	94	0	0	0	0	94
ZAVENTEM	771	388	151	52	29	1392
<b>Total</b>	<b>2211</b>	<b>976</b>	<b>392</b>	<b>162</b>	<b>160</b>	<b>3901</b>

**Tableau 6: Superficies par zone de contour  $L_{DN}$  et par commune en 2000**

Commune	Zone de contour $L_{DN}$ en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
BRUXELLES	396	488	101	0	0	986
EVERE	163	0	0	0	0	163
GRIMBERGEN	890	0	0	0	0	890
HAACHT	179	0	0	0	0	179
HERENT	317	76	0	0	0	392
HULDENBERG	141	0	0	0	0	141
KAMPENHOUT	438	183	27	0	0	647
KORTENBERG	298	253	115	26	1	692
KRAAINEM	71	2	0	0	0	73
LEUVEN	63	0	0	0	0	63
MACHELEN	229	283	300	174	71	1057
MEISE	113	0	0	0	0	113
OVERIJSE	88	0	0	0	0	88
STEENOKKERZEEL	507	372	249	161	253	1541
TERVUREN	1267	16	0	0	0	1283
VILVORDE	434	207	0	0	0	641
WEMMEL	82	0	0	0	0	82
WEZEMBEEK-OPPEM	268	95	0	0	0	363
ZAVENTEM	806	854	408	148	83	2300
<b>Total</b>	<b>6749</b>	<b>2828</b>	<b>1201</b>	<b>508</b>	<b>408</b>	<b>11693</b>

Habitants par zone de contour  $L_{Aeq,jour}$  - ,  $L_{Aeq,nuit}$  - ,  $L_{DN}$ Tableau 7: Nombre d'habitants par zone de contour  $L_{Aeq,jour}$  et par commune en 2000

Nombre d'habitants Commune	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
BRUXELLES	790	2890	185	0	0	3866
EVERE	1085	0	0	0	0	10858
GRIMBERGEN	1723	0	0	0	0	1723
HAACHT	196	0	0	0	0	196
HERENT	661	11	0	0	0	672
KAMPENHOUT	629	118	0	0	0	747
KORTENBERG	1459	568	53	4	0	2084
KRAAINEM	30	0	0	0	0	30
LEUVEN	2	0	0	0	0	2
MACHELEN	2520	4290	2796	456	0	10062
SCHAARBEEK	1658	0	0	0	0	1658
STEENOKKERZEEL	3140	1977	546	8	4	5676
VILVORDE	5138	20	0	0	0	5158
WOLUWE-SAINT-LAMBERT	347	0	0	0	0	347
ZAVENTEM	7691	1476	53	0	0	9221
<b>Total</b>	<b>36842</b>	<b>11352</b>	<b>3633</b>	<b>468</b>	<b>5</b>	<b>52300</b>

Tableau 8: Nombre d'habitants par zone de contour  $L_{Aeq,nuit}$  et par commune en 2000

Nombre d'habitants Commune	Zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
BRUXELLES	2106	329	0	0	0	2435
HERENT	0	0	0	0	0	0
KAMPENHOUT	497	97	0	0	0	594
KORTENBERG	411	18	2	0	0	430
KRAAINEM	2	0	0	0	0	2
MACHELEN	3808	2978	252	0	0	7038
STEENOKKERZEEL	1609	635	171	14	2	2431
TERVUREN	659	0	0	0	0	659
VILVORDE	103	0	0	0	0	103
WEZEMBEEK-OPPEM	1348	0	0	0	0	1348
ZAVENTEM	6003	3449	236	31	0	9720
<b>Total</b>	<b>16546</b>	<b>7506</b>	<b>661</b>	<b>46</b>	<b>2</b>	<b>24761</b>

**Tableau 9: Nombre d'habitants par zone de contour  $L_{DN}$  et par commune en 2000**

Nombre d'habitants Commune	Zone de contour $L_{DN}$ en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
BRUXELLES	4522	2111	1250	0	0	7883
EVERE	6478	0	0	0	0	6478
GRIMBERGEN	14567	0	0	0	0	14567
HAACHT	295	0	0	0	0	295
HERENT	879	36	0	0	0	915
HULDENBERG	186	0	0	0	0	186
KAMPENHOUT	1365	614	119	0	0	2099
KORTENBERG	1697	778	146	6	0	2627
KRAAINEM	379	4	0	0	0	383
LEUVEN	135	0	0	0	0	135
MACHELEN	1756	3557	3687	1388	35	10423
MEISE	1126	0	0	0	0	1126
OVERIJSE	207	0	0	0	0	207
STEENOKKERZEEL	3038	2813	1057	241	21	7170
TERVUREN	7840	278	0	0	0	8118
VILVORDE	10518	1403	0	0	0	11922
WEMMEL	675	0	0	0	0	675
WEZEMBEEK-OPPEM	5104	1347	0	0	0	6451
ZAVENTEM	9562	7433	3370	227	26	20618
<b>Total</b>	<b>70329</b>	<b>20374</b>	<b>9629</b>	<b>1862</b>	<b>82</b>	<b>102276</b>

Nombre d'habitants potentiellement fort gênés par zone de contour L<sub>DN</sub>Tableau 10: Nombre d'habitants potentiellement fort gênés par zone de contour L<sub>DN</sub> et par commune en 2000

Nbre de pers. potentiellement fort gênés	Zone de contour L <sub>DN</sub> en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
<b>Commune</b>						
BRUXELLES	701	638	497	0	0	1836
EVERE	883	0	0	0	0	883
GRIMBERGEN	2205	0	0	0	0	2205
HAACHT	44	0	0	0	0	44
HERENT	145	9	0	0	0	154
HULDENBERG	24	0	0	0	0	24
KAMPENHOUT	217	169	49	0	0	435
KORTENBERG	276	217	59	4	0	556
KRAAINEM	51	1	0	0	0	51
LEUVEN	17	0	0	0	0	17
MACHELEN	313	1049	1625	819	27	3833
MEISE	148	0	0	0	0	148
OVERIJSE	27	0	0	0	0	27
STEENOKKERZEEL	508	782	456	146	16	1908
TERVUREN	1324	65	0	0	0	1389
VILVORDE	1824	341	0	0	0	2165
WEMMEL	86	0	0	0	0	86
WEZEMBEEK-OPPEM	815	338	0	0	0	1153
ZAVENTEM	1573	2130	1422	142	20	5287
<b>Total</b>	<b>11181</b>	<b>5738</b>	<b>4108</b>	<b>1112</b>	<b>63</b>	<b>22201</b>



## Annexe 5 Evolution des superficies et des habitants entre 1996-2000

**Contours  $L_{A\text{éq},\text{jour}}$** **Tableau 11: Evolution de la superficie dans les contours  $L_{A\text{éq},\text{jour}}$  (1996-2000)**

Superficie (ha)	Zone de contour $L_{A\text{éq},\text{jour}}$ en dB(A)					Total
	Année	55-60	60-65	65-70	70-75	
1996	5751	2161	1085	513	492	10105
1997	5166	1991	939	434	421	9032
1998	4566	2082	909	417	397	8371
1999	4645	1916	809	396	359	8126
2000	3519	1445	608	299	236	6107

**Tableau 12: Evolution du nombre d'habitants dans les contours  $L_{A\text{éq},\text{jour}}$  (1996-2000)**

Nombre d'habitants	Zone de contour $L_{A\text{éq},\text{jour}}$ en dB(A)					Total
	Année	55-60	60-65	65-70	70-75	
1996	99214	17932	9175	1379	110	129325
1997	98396	16756	7490	1341	83	124066
1998	70240	15853	8606	1209	73	95981
1999	65524	13416	6231	1204	70	86445
2000	36842	11352	3633	468	5	52300

**Contours  $L_{A\text{éq},\text{nuit}}$** **Tableau 13: Evolution de la superficie dans les contours  $L_{A\text{éq},\text{nuit}}$  (1996-2000)**

Superficie (ha)	Zone de contour $L_{A\text{éq},\text{nuit}}$ en dB(A)					Total
	Année	55-60	60-65	65-70	70-75	
1996	2113	838	381	163	160	3655
1997	2495	1026	446	172	165	4304
1998	2733	1087	482	193	165	4659
1999	2907	1182	504	206	193	4992
2000	2211	976	392	162	160	3901

**Tableau 14: Evolution du nombre d'habitants dans les contours  $L_{Aeq, nuit}$  (1996-2000)**

Nombre Année	Zone de contour $L_{Aeq, nuit}$ en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996	17216	5366	1995	42	0	24619
1997	22180	7916	1575	20	0	31691
1998	22818	9637	853	31	0	33339
1999	25131	10474	1652	104	2	37364
2000	16546	7506	661	46	2	24761

**Contours  $L_{DN}$** **Tableau 15: Evolution de la superficie dans les contours  $L_{DN}$  (1996-2000)**

Superficie (ha) Année	Zone de contour $L_{DN}$ en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996	7650	3045	1412	623	551	13281
1997	8503	3258	1449	616	528	14353
1998	8121	3510	1492	644	538	14305
1999	8332	3615	1522	651	545	14664
2000	6749	2828	1201	508	408	11693

**Tableau 16: Evolution du nombre d'habitants dans les contours  $L_{DN}$  (1996-2000)**

Nombre Année	Zone de contour en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996	100094	29529	11463	3518	174	144778
1997	116046	30818	11697	3442	177	162180
1998	89986	33475	13557	3001	145	140164
1999	90306	33850	13304	3372	224	141055
2000	70329	20374	9629	1862	82	102276

## Annexe 6 Cartes des contours de bruit, 2000

Contours de bruit  $L_{A\text{éq},\text{jour}}$  pour 2000, en surimpression sur une carte topographique

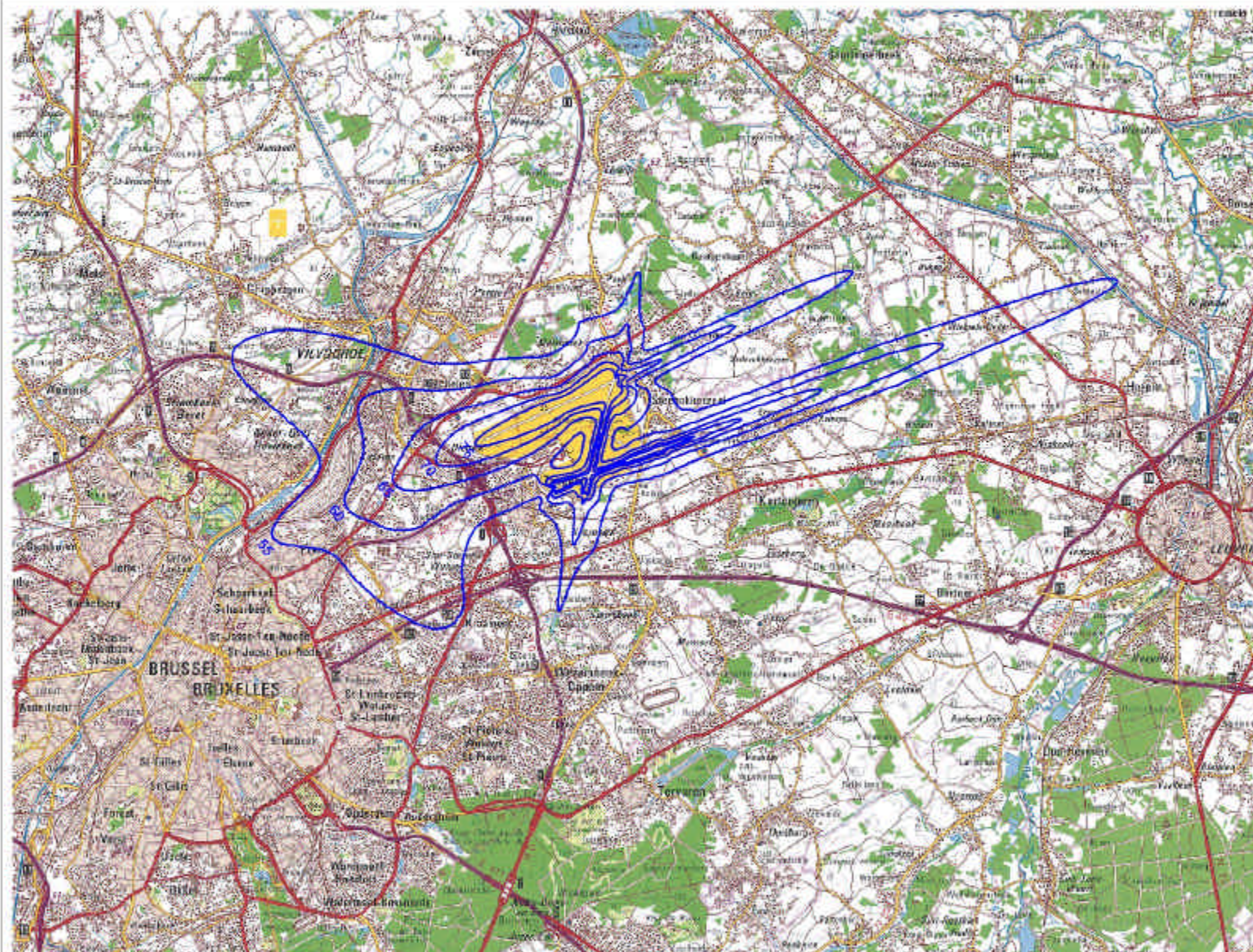
Contours de bruit  $L_{A\text{éq},\text{nuit}}$  pour 2000, en surimpression sur une carte topographique

Contours de bruit  $L_{\text{DN}}$  pour 2000, en surimpression sur une carte topographique




## L<sub>Aeq,dag</sub> - geluidscontouren voor 2000

L<sub>Aeq,dag</sub> - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een topografische kaart



### Legende

 L<sub>Aeq,dag</sub>-geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

 Meetposten



### Bronnen

Topografische kaart :  
Rasterversie Topografische kaart NIGI  
schaal 1/100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

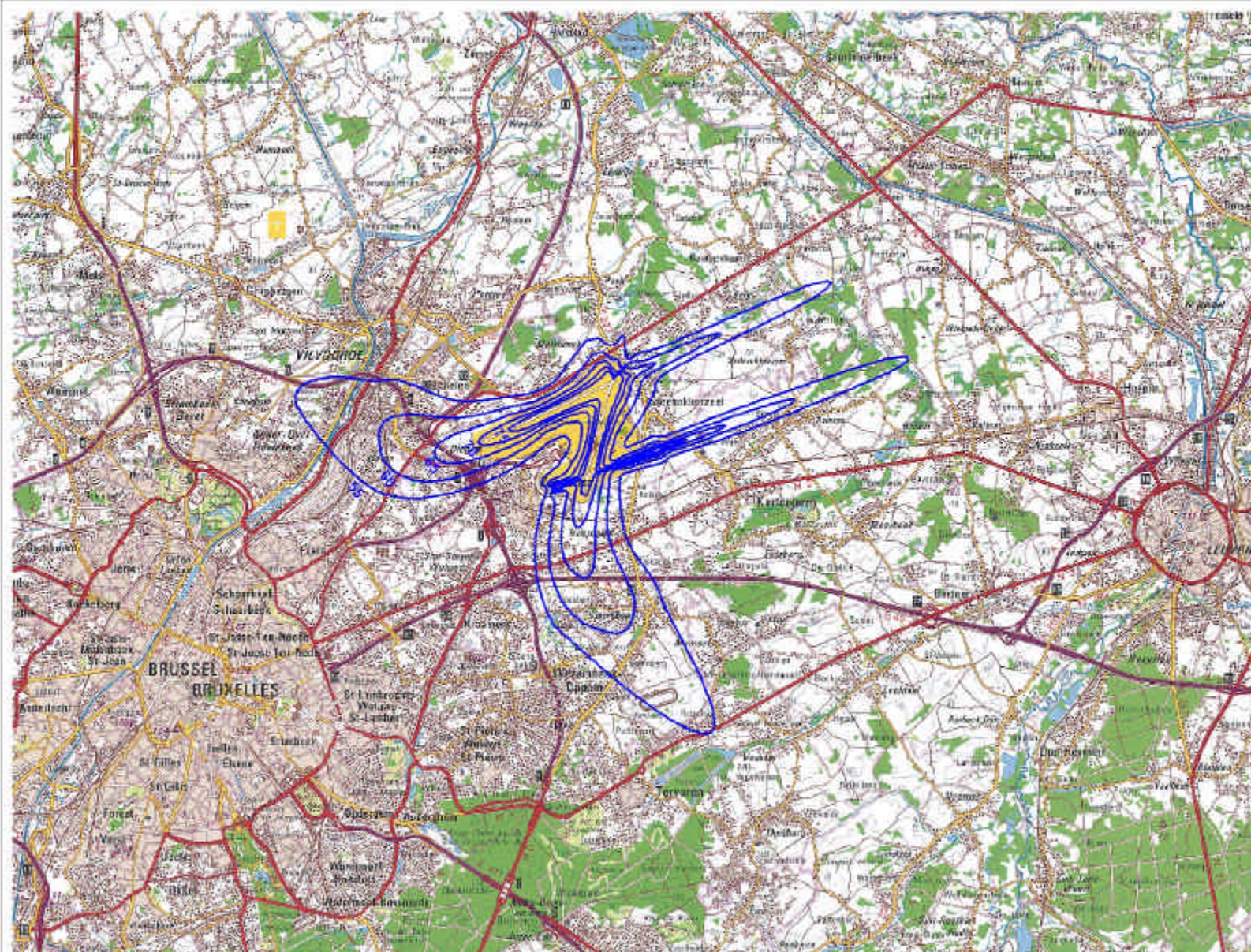
KU Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 2000  
B-3001 Leuven (Heverlee)






## L<sub>Aeq,nacht</sub> - geluidscontouren voor 2000

L<sub>Aeq,nacht</sub> - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een topografische kaart



### Legende

 L<sub>Aeq,nacht</sub>-geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

 Meetposten



### Bronnen

Topografische kaart :  
Rasterversie Topografische kaart NIGI  
schaal 1/100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

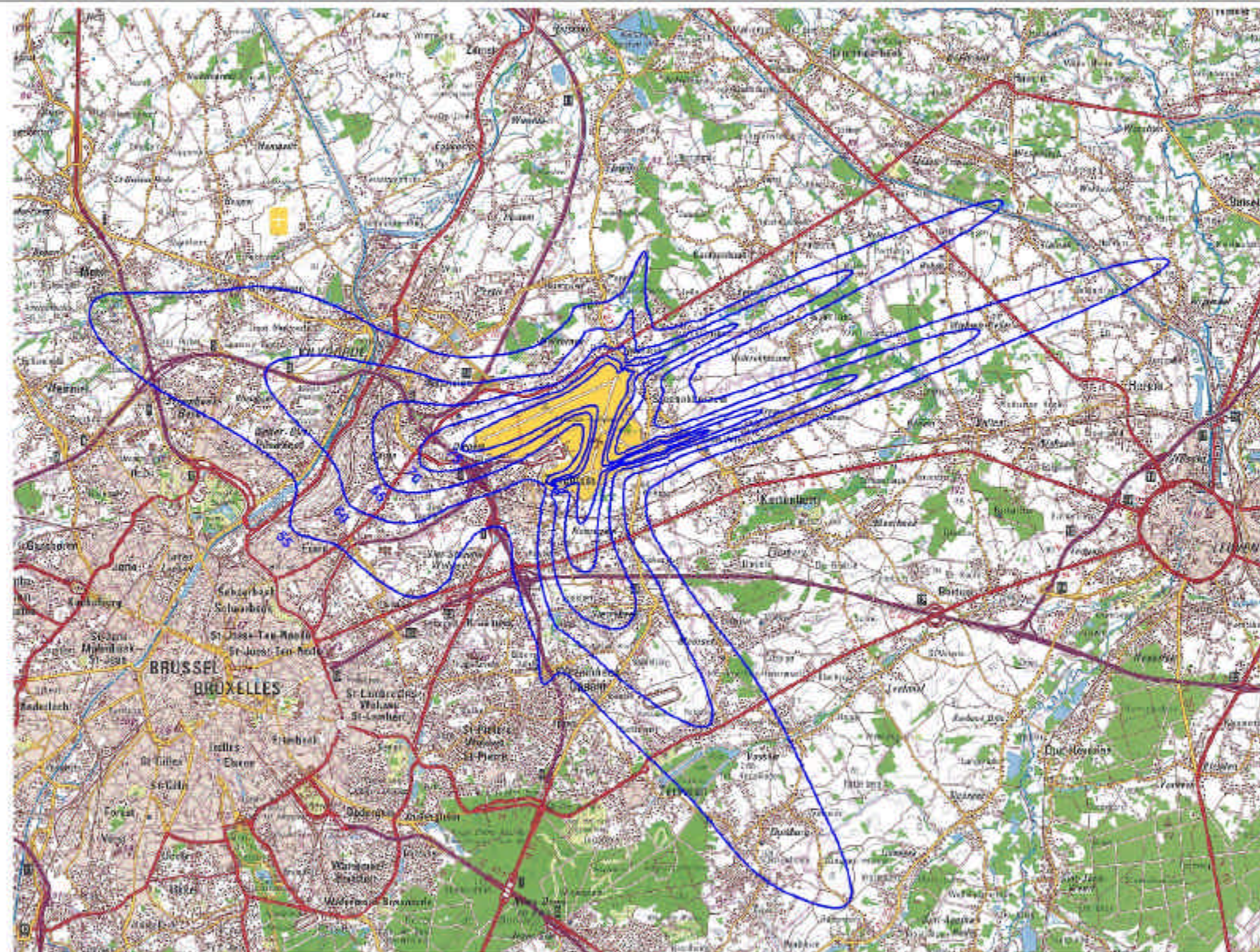
KU Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 2000  
B-3001 Leuven (Heverlee)






## $L_{DN}$ - geluidsc contouren voor 2000

$L_{DN}$  - geluidsc contouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een topografische kaart



### Legende

  $L_{DN}$  - geluidsc contouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

+ Meetposten



### Bronnen

Topografische kaart :  
Rasterversie Topografische kaart NIGI  
schaal 1/100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

Geluidsc contouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

K U Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)





## Annexe 7 Contours de bruit en surimpression sur une carte démographique, 2000

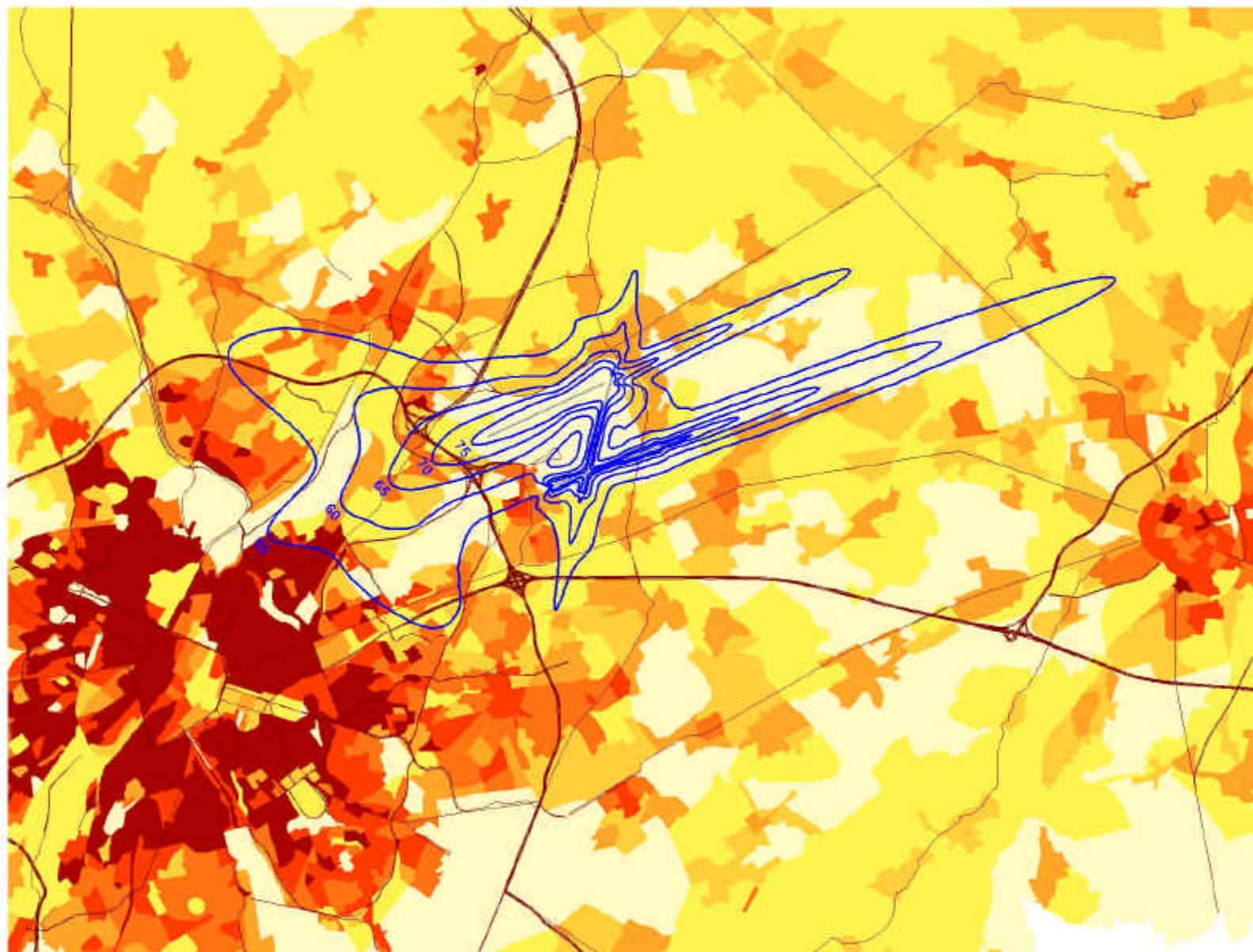
Contours de bruit  $L_{Aeq,jour}$  pour 2000, en surimpression sur une carte démographique, 1997

Contours de bruit  $L_{Aeq,nuit}$  pour 2000, en surimpression sur une carte démographique, 1997


Contours de bruit  $L_{DN}$  pour 2000, en surimpression sur une carte démographique, 1997


**L<sub>Aeq,dag</sub> - geluidscontouren voor 2000**  
**VLAREM : nacht 23.00u - 06.00u**

L<sub>Aeq,dag</sub> - geluidscontouren  
 rond de luchthaven  
 Brussel - Nationaal  
 op een bevolkingskaart










**Legende**

 L<sub>Aeq,dag</sub>- geluidscontouren  
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
 voor 2000

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
 [inwoners / hectare]

-  < 0,5
-  0,5 - 4,5
-  4,5 - 14,5
-  14,5 - 26,5
-  26,5 - 56,5
-  56,5 - 99,5
-  >= 99,5

 1 kilometer 

**Bronnen**

Bevolkingsgegevens ;  
 Nationaal Instituut voor de  
 Statistiek (1997)

Statistische sectoren ;  
 AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren ;  
 Berekeningen door ATF m.b.v.  
 het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon ;  
 Street Map, Teleatlas

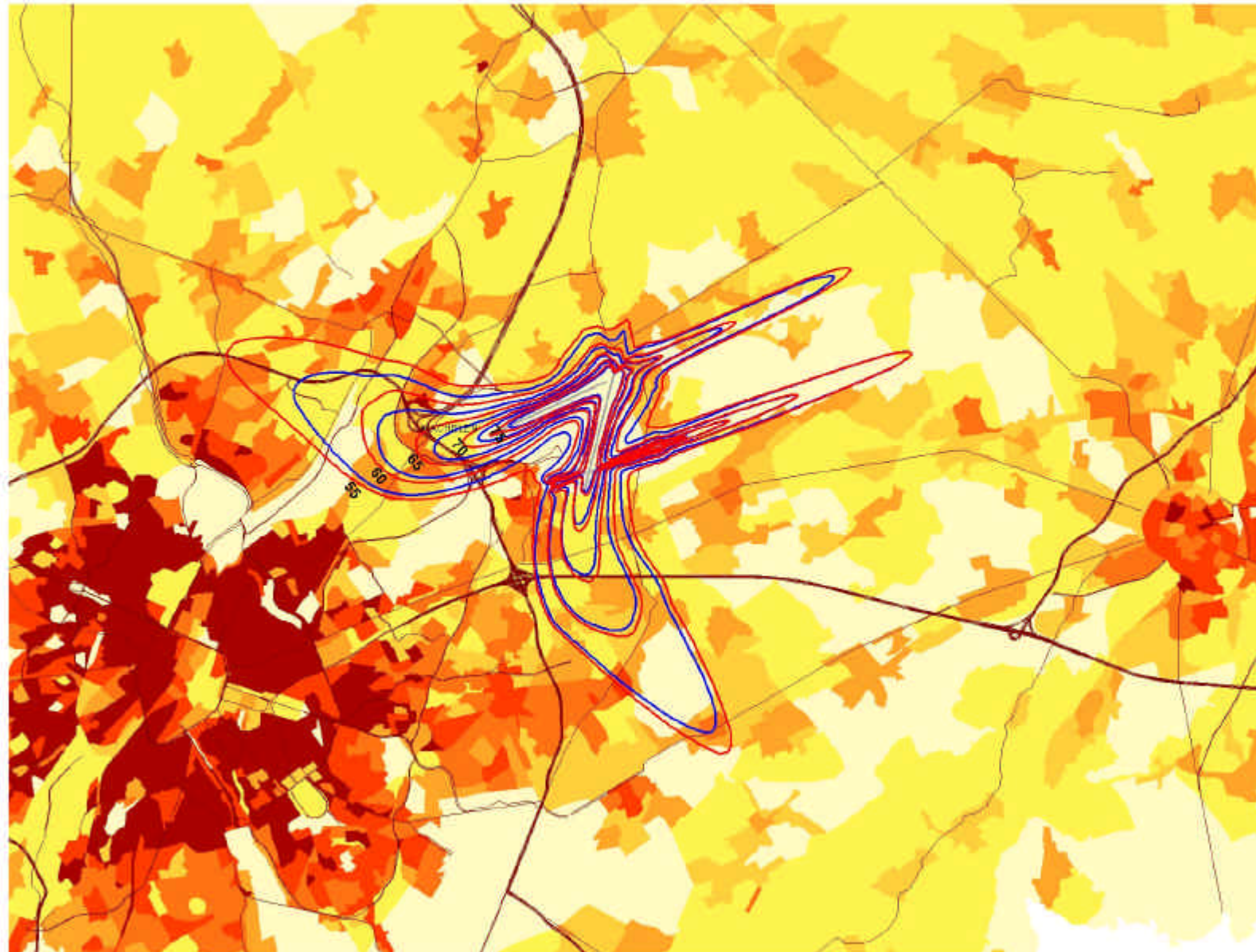
K.U. Leuven  
 LABORATORIUM VOOR  
 AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
 Celestijnenlaan 200D  
 B-3001 Leuven (Heverlee)







## Evolutie $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren voor 1999 en 2000


$L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een bevolkingskaart



### Legende

  $L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

  $L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 1999

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
[inwoners / hectare]

 < 0,5  
 0,5 - 4,5  
 4,5 - 14,5  
 14,5 - 26,5  
 26,5 - 66,5  
 66,5 - 99,5  
 >= 99,5

0 1 Kilometers 

### Bronnen

Bevolkingsgegevens :  
Nationaal Instituut voor de  
Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon :  
Street Map, Teleatlas

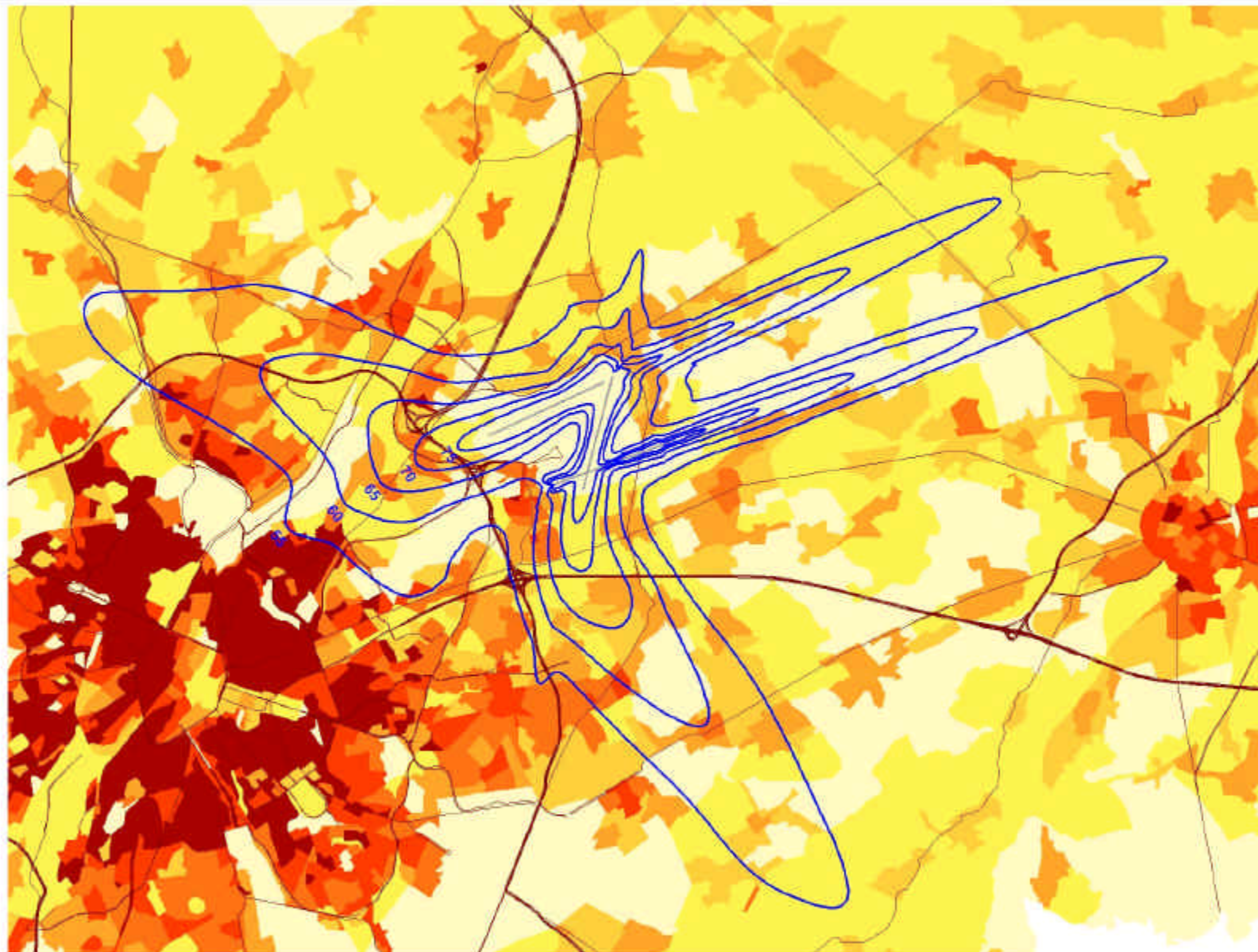
K.U. Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)






**L<sub>DN</sub> - geluidscontouren voor 2000**  
**VLAREM : nacht 23.00u - 06.00u**

L<sub>DN</sub> - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een bevolkingskaart



**Legende**

 L<sub>DN</sub> - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

 Grens fusiegemeente

+ Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
[inwoners / hectare]

< 0,5  
0,5 - 4,5  
4,5 - 14,5  
14,5 - 26,5  
26,5 - 56,5  
56,5 - 99,5  
>= 99,5

1 2 3 kilometer 

**Bronnen**

Bevolkingsgegevens ;  
Nationaal Instituut voor de  
Statistiek (1997)

Statistische sectoren ;  
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren ;  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon ;  
Street Map, Teleatlas

K.U. Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)



## Cartes de contours de bruit, Evolution 1999-2000

Contours de bruit  $L_{A\text{éq, jour}}$  pour 1999 et 2000, en surimpression sur une carte démographique, 1997

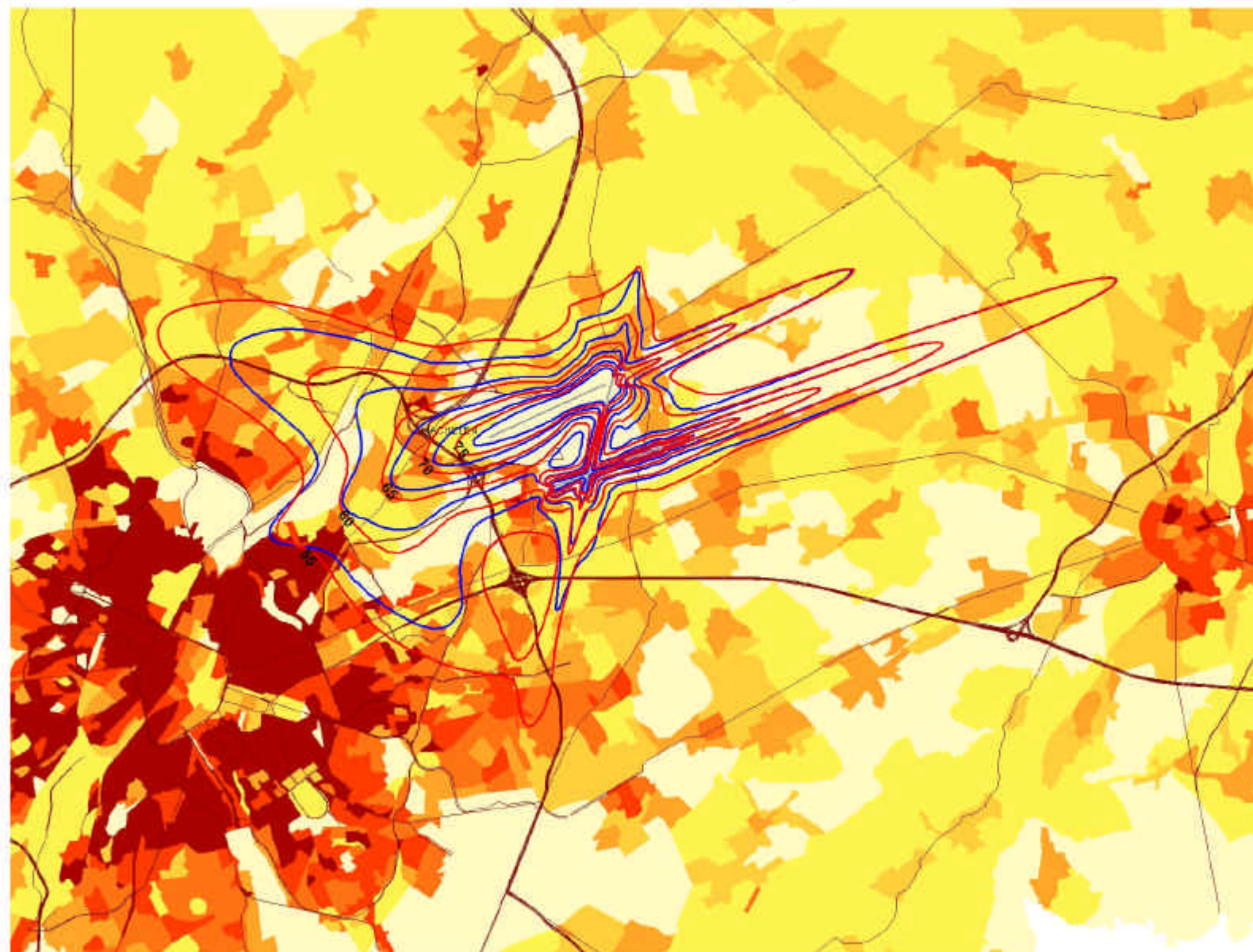
Contours de bruit  $L_{A\text{éq, nuit}}$  pour 1999 et 2000, en surimpression sur une carte démographique, 1997

Contours de bruit  $L_{DN}$  pour 1999 et 2000, en surimpression sur une carte démographique, 1997





## Evolutie $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren voor 1999 en 2000


$L_{Aeq,dag}$  - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een bevolkingskaart



### Legende



  $L_{Aeq,dag}$  - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

  $L_{Aeq,dag}$  - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 1999

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
[inwoners / hectare]

 < 0,5  
 0,5 - 4,5  
 4,5 - 14,5  
 14,5 - 26,5  
 26,5 - 66,5  
 66,5 - 99,5  
 >= 99,5

0 1 Kilometers 

### Bronnen

Bevolkingsgegevens :  
Nationaal Instituut voor de  
Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon :  
Street Map, Teleatlas

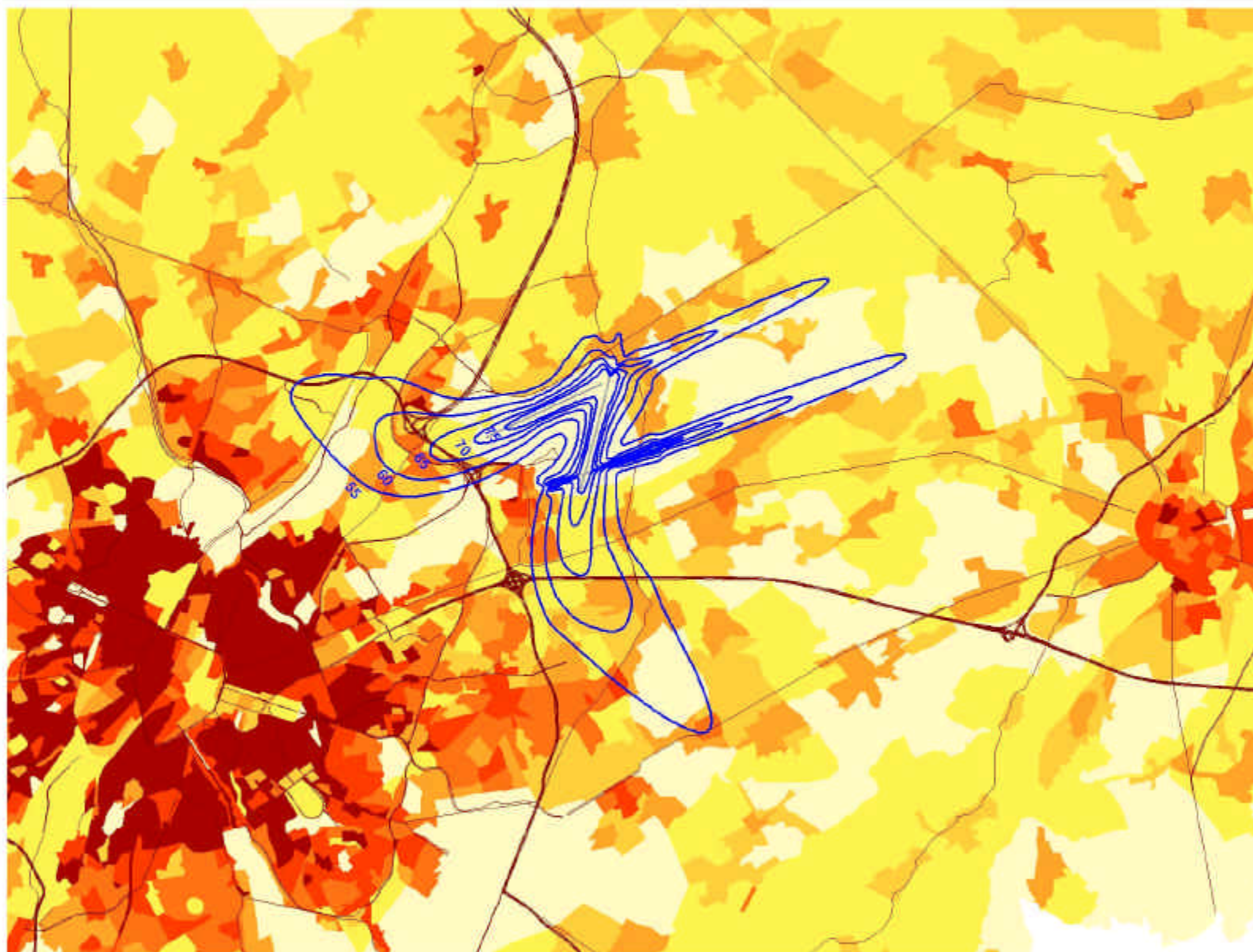
K.U. Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)






# $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren voor 2000 VLAREM : Nacht 23.00u - 06:00u

$L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een bevolkingskaart



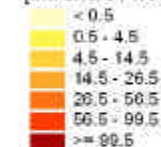
## Legende

  $L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

 Grens fusiegemeente

+ Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
[inwoners / hectare]



## Bronnen

Bevolkingsgegevens :  
Nationaal Instituut voor de  
Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

Wegenspatroon :  
Street Map, Teleatlas

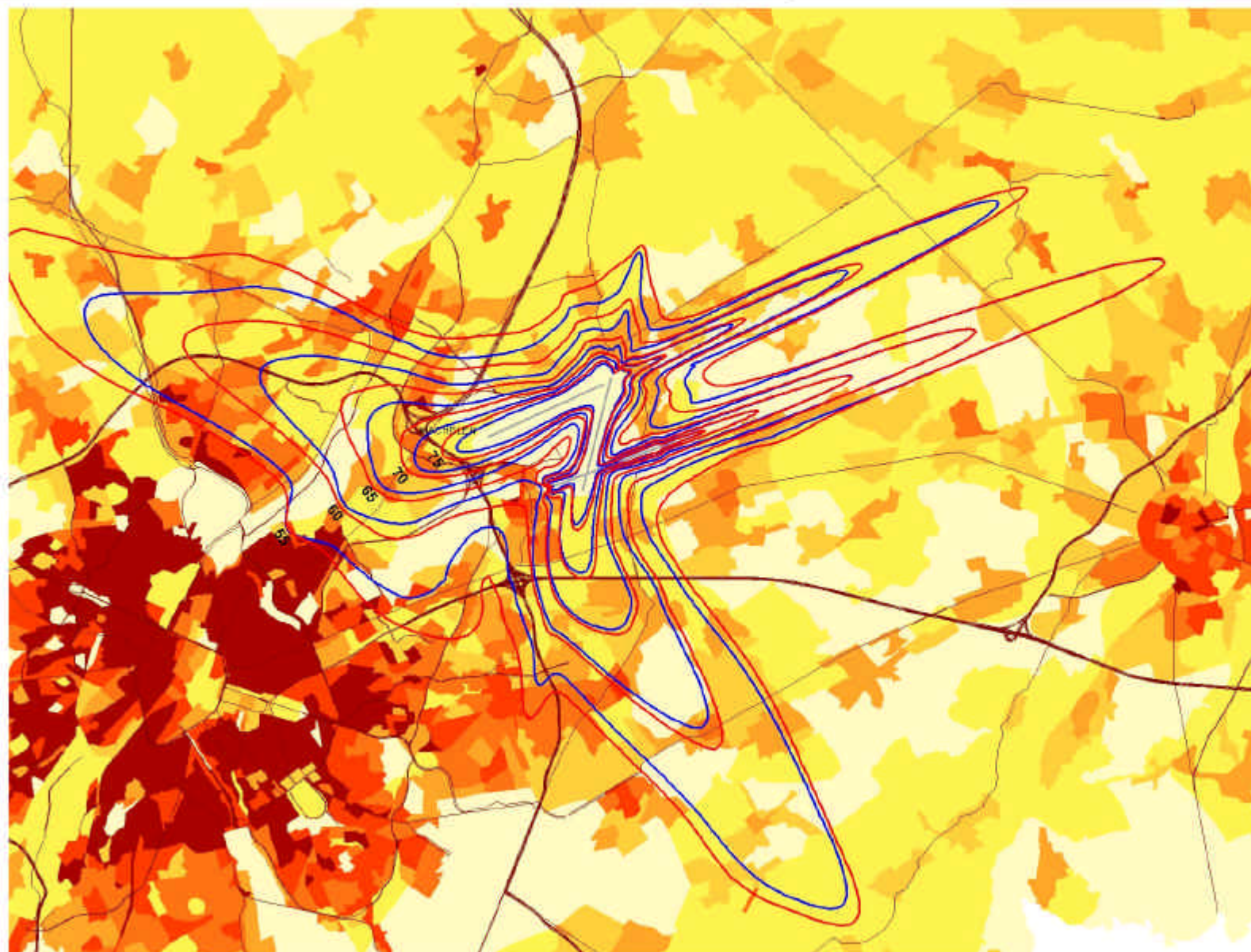
K.U. Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celeslijpenlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)





## Evolutie $L_{DN}$ - geluidscontouren voor 1999 en 2000








$L_{DN}$  - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een bevolkingskaart



### Legende

-   $L_{DN}$  - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000
-   $L_{DN}$  - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 1999
-  Grens fusiegemeente
-  Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
[inwoners / hectare]

-  < 0,5
-  0,5 - 4,5
-  4,5 - 14,5
-  14,5 - 26,5
-  26,5 - 66,5
-  66,5 - 99,5
-  >= 99,5

0 4 Kilometers 

### Bronnen

Bevolkingsgegevens :  
Nationaal Instituut voor de  
Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon :  
Street Map, Teleatlas

K.U. Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Cestijnenvlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)

