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 2001

Par : Lic. Ph. Serruys
Dr. J. Caerels
Sous la direction de: Prof. Dr. J. Thoen

P.V. 4439F
05-09-2002

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

TABLE DES MATIERES

1. Introduction....1
1.1 Calculs obligatoires pour l'aéroport de Bruxelles – National.... 1
1.2 La dernière version en date du modèle. 2
2. Définitions lors de l'évaluation des contours de bruit 3
2.1 Explication de quelques concepts fréquemment utilisés.... 3
2.1.1 Perception 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}) 5
2.1.6 Le niveau de bruit Jour-Soirée-Nuit (L_{den}) 5
2.2 Corrélation entre nuisance et niveau de bruit 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 Autres évolutions importantes 7
Le renouvellement de la flotte.... 8
3. Méthode de calcul des contours de bruit autour de l'aéroport de Bruxelles–National10
3.1 Compilation de la saisie pour INM.... 10
3.1.1 Information de vol 11
3.1.2 Données radar 11
3.1.3 Données météorologiques.... 12
3.2 Le calcul de contours.... 13
3.2.1 Corrélation entre les mesures (NMS) et les calculs (INM) 13
3.2.2 Affinement du calcul.... 13
3.3 Traitement des résulats dans un SIG.... 14
4. Résultats 15
4.1 Corrélation entre les mesures (NMS) et les calculs (INM).... 15
4.2 Evolution du niveau de l'évènement $L_{Aeq,24h}$.... 17
4.3 Discussion des contours de bruit et tableaux 19
4.3.1 Contours $L_{Aeq,jour}$ 19
4.3.2 Contours $L_{Aeq,nuit}$ 20
4.3.3 Contours L_{DN}.... 21
4.3.4 Contours L_{night} 21
4.3.5 Contours L_{den} (soirée 19-23h, nuit 23-07h selon UE).... 21
4.4 Nombre d'habitants potentiellement fort gênés 22
Passage au dernier modèle en date.... 32
Nouvelle répartition en groupe des types d'avions 34
Utilisation des dernières données démographiques 34

Annexe 1 Répartition de l'utilisation de piste en 2001 25
Annexe 2 Position des points de mesure 28
Annexe 3 Note technique 29
Annexe 4 Conséquences de l'utilisation d'une nouvelle méthode pour calcul contours. 32
Annexe 5 Résultats des calculs de contours 2001 35
Annexe 6 Evolution des surfaces et habitants 1996-2001 42
Annexe 7 Contours de bruit sur carte topographique, 2001 49
Annexe 8 Contours de bruit sur carte démographique, 2001 55
Annexe 9 Cartes de contours de bruit, Evolution 2000 (rapport d'étude)-2001 61

LISTE DES SCHEMAS

Schéma 1 Présentation du niveau de bruit équivalent pondéré A ($L_{Aeq,T}$) 4
Schéma 2 Pourc. d'habtitants pot. fort gênés en fonction du L_{DN} pour le bruit d'avions..... 6
Schéma 3 Evol. du trafic aérien à Bruxelles-National 1991-2001 6
Schéma 4 Evol. du trafic aérien pendant la nuit à Bruxelles-National 1995-2001 7
Schéma 5 Evol. niveau $L_{Aeq,24h}$ à hauteur des points de mesure du réseau de mesure fixe 18
Schéma 6 Evol. nombre d'habitants pot. fort gênés à l'intérieur du L_{DN} par commune 23
Schéma 7 Configuration et dénomination des pistes de décollage et d'atterrissage. 25
Schéma 8 Répart. en pourc. du nombre total de départs et de décollages en 2001 26
Schéma 9 Répart. en pourc. départs et d'atterrissages en journée (6h-23h) en 2001 26
Schéma 10 Répart. en pourc. départs et d'atterrissages la nuit (23h-6h) en 2001 26
Schéma 11 Répart. en pourc. départs et d'atterrissages la nuit (23h-7h) en 2001 27
Schéma 12 Répart. en pourc. départs et d'atterrissages le soir (19h-23h) en 2001..... 27
Schéma 13 Comparaison des simulations avec INM 5.2a et INM 6.0a..... 34
Schéma 14 Evolution de la surface à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2001)..... 42
Schéma 15 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2001) 43
Schéma 16 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2001) 44
Schéma 17 Evolution habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2001)..... 45
Schéma 18 Evolution habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2001)..... 46
Schéma 19 Evolution habitants à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2001)..... 47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Evol. départs des types d'avions qui contribuent le plus à la nuisance sonore ... 8
Tableau 2: Corrélation mesures - calculs ... 16
Tableau 3: Evol. des différences entre les calculs et les mesures à travers les ans ... 16
Tableau 4: Evol. habitants pot. fort gênés à l'intérieur du contour L_{DN} / commune ... 23
Tableau 5: Superficies par zone de contour $L_{Aeq,jour}$ et par commune pour 2001 ... 35
Tableau 6: Superficies par zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et par commune pour 2001 ... 35
Tableau 7: Superficies par zone de contour L_{DN} et par commune pour 2001 ... 36
Tableau 8: Superficies par zone de contour L_{night} et par commune pour 2001 ... 36
Tableau 9: Superficies par zone de contour $L_{den,23-07h}$ et par commune pour 2001 ... 37
Tableau 10: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{Aeq,jour}$ et par commune en 2001 ... 38
Tableau 11: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et par commune en 2001 ... 38
Tableau 12: Nombre d'habitants par zone de contour L_{DN} et par commune en 2001 ... 39
Tableau 13: Nombre d'habitants par zone de contour L_{night} et par commune en 2001 ... 39
Tableau 14: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{DEN,23-07h}$ et par commune en 2001 ... 40
Tableau 15: Nombre d'habitants pot. fort gênés / zone L_{DN} et commune pour 2001 ... 41
Tableau 16: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2001) ... 42
Tableau 17: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2001) ... 43
Tableau 18: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2001) ... 44
Tableau 19: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $\mathbf{L_{night}}$ (2000-2001) ... 44
Tableau 20: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $\mathbf{L_{den(19-23-07h)}}$ (2000-2001) ... 44
Tableau 21: Evolution habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2001) ... 45
Tableau 22: Evolution habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$(1996-2001) ... 46
Tableau 23: Evolution habitants à l'intérieur des contours L_{DN}(1996-2001) ... 47
Tableau 24: Evolution habitants à l'intérieur des contours $\mathbf{L_{night}}$ (2000-2001) ... 48
Tableau 25: Evolution habitants à l'intérieur des contours $\mathbf{L_{den(19-23-07h)}}$ (2000-2001) ... 48

LISTE DES CARTES DE CONTOURS

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2001, en surimpression sur une carte topographique 50
Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2001, en surimpression sur une carte topographique 51
Contours de bruit LDN pour 2001, en surimpression sur une carte topographique 52
Contours de bruit L_{night} pour 2001, en surimpression sur une carte topographique 53
Contours de bruit $L_{den(19-23-07h)}$ pour 2001, en surimpression sur une carte topogr. 54

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2001, en surimpression sur une carte démographique.....56
Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2001, en surimpression sur une carte démographique.....57
Contours de bruit LDN pour 2001, en surimpression sur une carte démographique.....58
Contours de bruit L_{night} pour 2001, en surimpression sur une carte démographique.....59
Contours de bruit $L_{den(19-23-07h)}$ pour 2001, en surimpression sur une carte démogr. 60

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2000 et 2001, en surimpression sur une carte démographique.....62
Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2000 et 2001, en surimpression sur une carte démographique.....63
Contours de bruit LDN pour 2000 et 2001, en surimpression sur une carte démographique 64
Contours de bruit L_{night} pour 2000 et 2001, en surimpression sur une carte démographique.....65
Contours de bruit $L_{den(19-23-07h)}$ pour 2000-2001, en surimpression sur une carte démogr. 66

1. Introduction

1.1 Calculs obligatoires pour l'aéroport de Bruxelles – National

Depuis 1996, Le « Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica » (ci-après ATF) calcule chaque année les contours de bruit pour le bruit produit par le trafic aérien à partir de et vers Bruxelles – National. Cela se fait pour le compte de BIAC ou de l'ancienne Régie des Voies Aériennes. L'aéroport de Bruxelles-National est soumis aux obligations suivantes:

- Depuis 1999, la législation VLAREM[1] impose ce calcul des contours de bruit pour les aéroports de classe 1[2]. Dans le cadre du VLAREM, le calcul de trois sortes de contours de bruit est imposé:
  - Contours de bruit L_{DN} de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) pour reproduire le niveau de bruit sur une période de 24 heures d'une part et afin de déterminer le nombre d'habitants potentiellement fort gênés d'autre part;
  - Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) pour reproduire le niveau de bruit pendant la journée;
  - Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) pour reproduire le niveau de bruit pendant la nuit, celle-ci allant de 23 heures à 06 heures, conformément à la législation VLAREM;
- En plus des obligations fixées par la législation VLAREM, le permis d'environnement impose deux calculs de contours de bruit supplémentaires. Ces deux calculs correspondent aux paramètres prévus par la Directive européenne relative au bruit ambiant[3]:
  - Contours de bruit L_{night} de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) pour reproduire le niveau de bruit pendant la nuit, celle-ci allant de 23 heures à 7 heures, conformément à la nouvelle Directive européenne relative au bruit ambiant.

---

[1] 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*

[2] *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.*

[3] Le Parlement Européen, *Directive du Parlement européen et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambiant,* PE-CONS 3611/02, 8/04/2002.

- Contours de bruit L_{den} de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) pour reproduire le niveau de bruit sur une période de 24 heures, avec un facteur de pondération pour la nuit allant de 23 à 07 heures, conformément à la Directive Européenne relative au bruit environnant, et un facteur de pondération pour la soirée allant de 19 à 23 heures.

✈ Le calcul des contours de bruit doit être effectué dans le 'Integrated Noise Model' (INM) de la 'Federal Aviation Administration' (FAA) américaine, version 5.1 ou ultérieure;

✈ Le nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur des diverses zones de contours LDN doit être déterminé à partir des relations entre la dose et la réaction reprises dans le VLAREM;

✈ Les zones de bruit sont reprises sur une carte à l'échelle 1/25 000;

1.2 La dernière version en date du modèle.

Les résultats repris dans le présent rapport ont été calculés dans le modèle INM version 6 (6.0c), celle-ci étant la dernière version en date du programme.

Les tableaux comprenant les données démographiques à l'intérieur des contours de bruit et le nombre d'habitants potentiellement fort gênés ont été établis à partir des données démographiques les plus récentes du 1er janvier 2001. C'est selon cette méthode qu'est faite la description actuelle du bruit autour de l'aéroport, d'une part.
D'autre part, la comparabilité avec les autres années ne peut être compromise. C'est pourquoi en 1999 et 2000, outre le rapport officiel, des rapports d'étude ont été établis, utilisant tout comme pour le présent rapport officiel de 2001 la dernière version en date du modèle INM.
Les deux versions du modèle sont comparées de façon circonstanciée dans les Annexe 4 et Annexe 6 du présent rapport .

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

2.1 Explication de quelques concepts fréquemment utilisés

2.1.1 Perception objective et subjective

La *nuisance sonore* est un concept subjectif. La mesure dans laquelle une personne est incommodée par un certain son 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 calculée.

Le pendant objectif de la nuisance sonore est la *charge de bruit*. La charge de bruit est une mesure de la quantité d'énergie acoustique qu'une personne donnée doit gérer pendant une période donnée. Cette charge peut être exprimée par une série de grandeurs acoustiques qui peuvent être mesurées directement ou éventuellement évaluées à partir de simulations. Ces grandeurs peuvent donc être quantifiées ou reflétées de façon univoque par un chiffre.

Un lien entre ces grandeurs (nuisance/charge) peut toutefois être déduit à partir d'enquêtes à grande échelle dans lequelles on demande aux personnes interrogées d'attribuer une quelconque valeur à la nuisance qu'ils perçoivent en cas de charge sonore (connue) donnée. Cette sorte d'enquêtes mène à des relations entre la dose et la réaction comme la courbe utilisée plus loin dans ce rapport afin de déterminer le nombre d'habitants potentiellement fort gênés.

2.1.2 Contours de bruit

Suite au trafic aérien, un niveau de bruit est constaté ou calculé pour chaque point autour de l'aéroport. A cause entre autres de la différence de distance par rapport à la source de bruit, cette valeur peut fort varier d'un point à l'autre. Les contours de bruit sont des isolignes ou lignes de charge sonore identique. Ces lignes relient les points pour lesquels une même charge sonore est constatée ou calculée.

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

2.1.3 Zones de bruit

Une zone de bruit est la zone entre deux contours de bruit successifs. La zone de bruit 60-65 dB(A) est par exemple la zone qui jouxte 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 causé par les avions en survol n'est pas un bruit constant mais a la faculté d'atteindre rapidement un niveau maximal pour diminuer ensuite rapidement. Afin de refléter le niveau de bruit à un endroit déterminé et suite aux bruits fluctuants sur une période, on calcule la moyenne énergétique de la pression sonore constatée pendant cette période (voir Schéma 1)

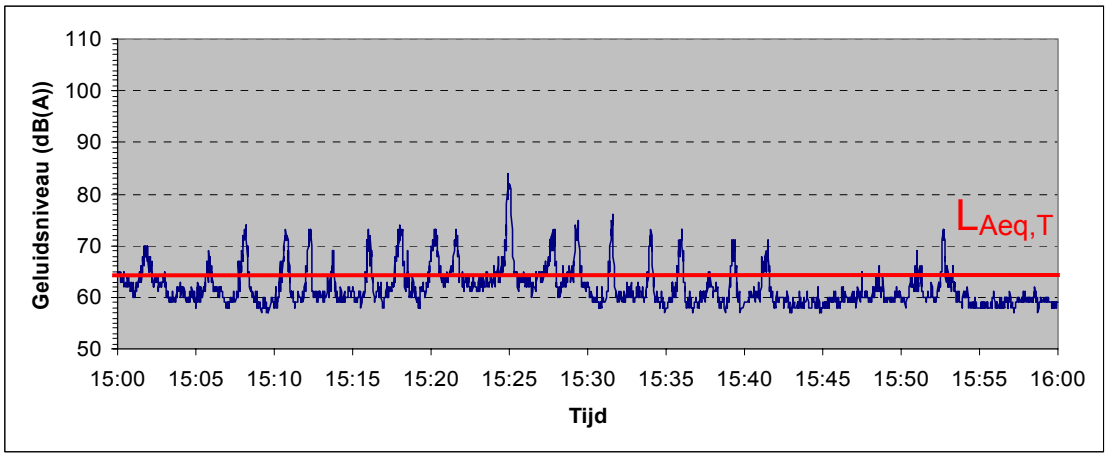


Schéma 1 Présentation du niveau de bruit équivalent pondéré A ($L_{Aeq,T}$)

Le niveau de bruit équivalent pondéré A $L_{Aeq,T}$, sur une période T, est le niveau de bruit du son *constant* qui contient la même énergie acoustique pendant la même période. L'unité exprimant le niveau de bruit équivalent pondéré A est le dB(A).
L'indication pondéré A (index A) fait allusion à l'utilisation d'un filtre A pour déterminer les niveaux de bruit. Ce filtre reflète la sensibilité de l'oreille humaine. Les fréquences sonores auxquelles l'oreille est sensible sont plus accentuées que celles auxquelles l'oreille est moins sensible.
Le 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 et du permis d'environnement de l'aéroport de Bruxelles – National, il faut calculer 3 sortes de contours $L_{Aeq,T}$, à savoir:

- ✈ $L_{Aeq,jour}$: le niveau de bruit équivalent pour la journée, celle-ci étant la tranche horaire comprise entre 06.00h et 23.00h ;
- ✈ $L_{Aeq,nuit}$: le niveau de bruit équivalent pour la nuit, celle-ci étant la tranche horaire comprise entre 23.00h et 06.00h ;
- ✈ L_{night} : le niveau de bruit équivalent pour la nuit, celle-ci étant la tranche horaire comprise entre 23.00h et 07.00h.

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

Afin d'obtenir une vue d'ensemble du bruit produit autour de l'aéroport, on choisit généralement de ne pas utiliser le niveau de bruit équivalent sur 24 heures ou $L_{Aeq,24h}$. Le bruit généré pendant la nuit est souvent perçu comme plus gênant que le même bruit pendant la journée et un $L_{Aeq,24h}$ par exemple ne fait pas cette distinction. Selon la législation VLAREM, la nuit va de 23.00 heures à 06.00 heures.
On utilisera donc plutôt une version adaptée du $L_{Aeq,24h}$, il s'agit du niveau de bruit jour-nuit L_{DN} (**L**evel **D**ay **N**ight). Le niveau de bruit jour-nuit est un niveau de bruit équivalent pour lequel on attribue systématiquement un facteur de pondération 10 au bruit généré pendant la nuit. Cela signifie qu'un seul vol de nuit pèse autant dans le calcul du niveau de bruit que 10 fois le même vol pendant la journée.

2.1.6 Le niveau de bruit Jour-Soirée-Nuit (L_{den})

Ce niveau de bruit a le même objectif que le niveau de bruit jour-nuit L_{DN}, sauf qu'un facteur de pondération n'est pas seulement attribué à la nuit mais également à la soirée. Le facteur de pondération 10 pour la nuit, ou l'ajout de 10 dB(A) pour chaque vol de nuit, est le même que le facteur servant à calculer le L_{DN}. La soirée se voit attribuer ici un facteur de pondération de 3,16. Autrement dit, on ajoute 5 dB(A) à chaque vol effectué en soirée. Selon la Directive européenne relative au bruit ambiant la soirée s'étend de 19.00 heures à 23.00 heures et la nuit de 23.00 heures à 07.00 heures.

2.2 Corrélation entre nuisance et niveau de bruit

Comme l'indique le point 2.1.1, la réaction de la population à une certaine charge de bruit n'est pas pareille pour chaque individu. Même pour un seul et même individu, la réaction dépend du moment, de ses occupations ou de son humeur.
La législation VLAREM impose la formule de Miedema pour calculer le nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur du contour L_{DN} de 55 dB(A). La formule provient de l'analyse synthétique faite par Miedema (1992) des diverses enquêtes sur les nuisances sonores (1992) autour de différents aéroports européens et américains. Il en a déduit une courbe de nuisance qui reflète le pourcentage de la population fortement gênés par un niveau de bruit L_{DN} donné (Schéma 2) [4]. La courbe de nuisance, au moyen de laquelle est calculé le nombre d'habitants potentiellement fort gênés autour de l'aéroport, a la formule suivante:

% habitants potentiellement fort gênés = 0,0684 * (LDN – 42)

[4] *Miedema H.M.E., Response functions for environmental noise in residential areas, TNO Gezondheidsonderzoek, 1992*

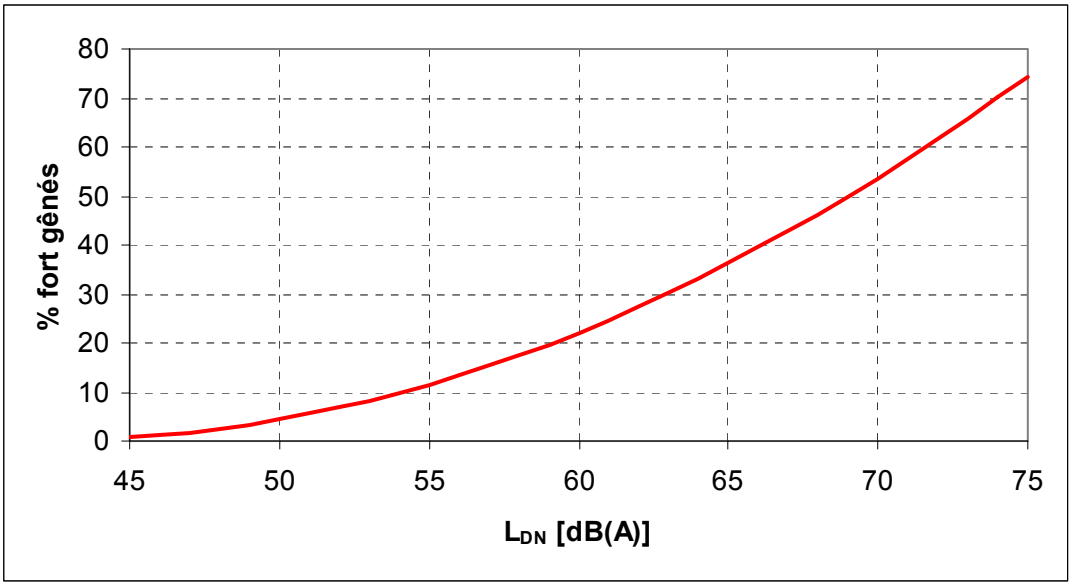


Schéma 2 ***Pourcentage d'habtitants potentiellement fort gênés en fonction du L_{DN} pour le bruit d'avions (Source : Miedema 1992)***

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 importants du calcul des contours de bruit autour d'un aéroport est le nombre de vols effectués pendant l'année. Le trafic aérien à partir de et vers Bruxelles – National a chuté en 2001, pour la première fois depuis des années. Le schéma ci-dessous (Schéma 3) montre l'évolution du nombre de vols ces 10 dernières années.

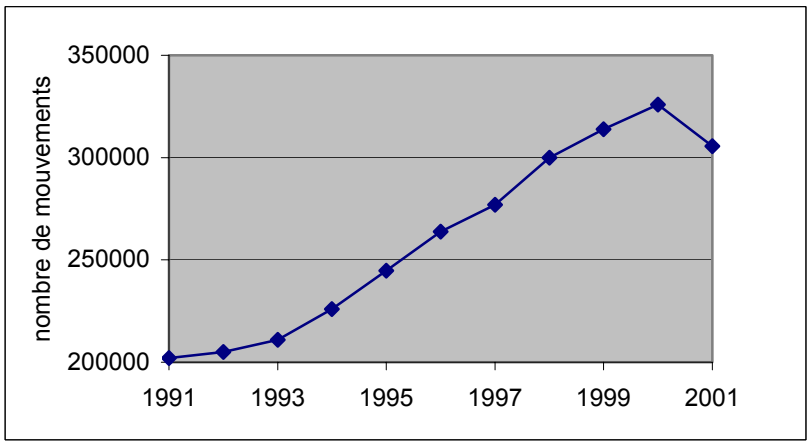


Schéma 3 ***Evolution du trafic aérien à Bruxelles-National 1991-2001 (Source : BIAC)***

Le nombre total de mouvements aériens était de 305537 vols en 2001, soit une diminution de 6,28% par rapport au nombre de mouvements aériens en 2000. Ce sont principalement les événements du 11 septembre 2001 et les faillites de Citybird et Sabena en novembre qui sont responsables de la diminution des mouvements de vol à l'aéroport de Bruxelles – National.

Le nombre de mouvements quotidiens a diminué de 5,96% alors que le nombre de vols de nuit a subi une diminution de 10,28%. La tendance descendante du nombre de vols de nuit qui existait déjà en 2000 et se poursuit donc continuellement. Le schéma ci-dessous (Schéma 4) montre une évolution schématique du nombre de vols de nuit de ces dernières années.

Il faut s'attendre à ce que cette importante diminution par rapport à 2000 se reflète dans les contours calculés, et plus particulièrement dans les contours $L_{Aeq,nuit}$ et L_{DN} où les vols effectués pendant la nuit se voient attribuer une contribution plus importante.

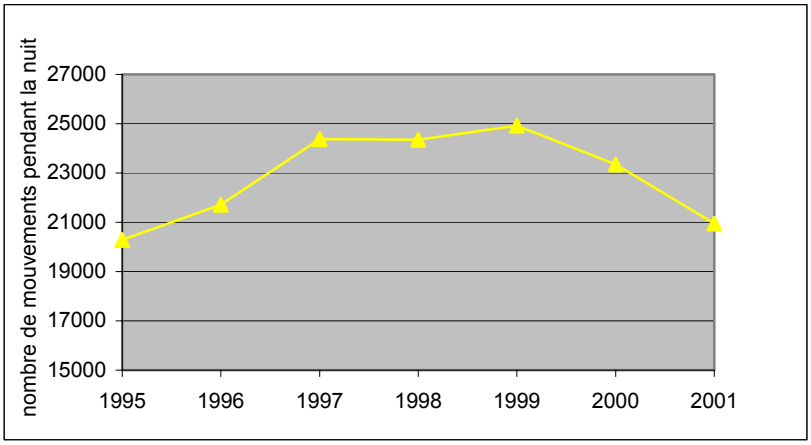


Schéma 4 Evolution du trafic aérien pendant la nuit à Bruxelles-National 1995-2001 (Source : BIAC)

2.3.2 Autres évolutions importantes

L'extension du 'Grand Tour du Brabant'.

Tout d'abord, la mesure d'extension du 'Grand Tour du Brabant', introduite en avril 2001, est de grande importance pour l'évolution des mouvemens nocturnes à Bruxelles-National. Cette mesure implique que les gros avions les plus bruyants qui décollent la nuit (entre 01 heure et 06 heures) et qui se dirigent vers le sud, ne décollent plus à partir de la piste 20 mais de la piste 25R et suivent le 'Grand Tour du Brabant'. Cette route effectue un grand virage vers le nord afin d'éviter les zones les plus peuplées de l'Agglomération Bruxelloise.

On peut également s'attendre à ce que cela ait une grand influence sur les contours de bruit calculés pour 2001.

Le renouvellement de la flotte

Les mesures prises en février 2000 par le Gouvernement Fédéral, obligeant les compagnies aériennes à procéder au renouvellement de leur flotte par des appareils moins bruyants, doivent également être mentionnés. L'introduction d'un système de quotas sonores[5] pour la nuit a été la décision la plus importante en la matière. Cette mesure se déroule en plusieurs étapes et doit être complètement implémentée pour 2003. L'influence en était déjà perceptible en 2000 et se poursuit en 2001.

L'observation de la flotte de 1999 à 2001 permet d'examiner dans quelle mesure cela a déjà eu lieu. Cette évolution se retrouve dans le tableau ci-dessous. Il reprend les types d'avions qui sur la base de leur quotacount (Qcdep) et de leur nombre contribuent le plus à la nuisance sonore autour de l'aéroport.

Tableau 1: Evolution dans les départs des types d'avions qui contribuent le plus à la nuisance sonore à Bruxelles-National

# départs	Journée			Nuit			
Type d'avion	**1999**	**2000**	**2001**	**1999**	**2000**	**2001**	**Qcdep**
B742	625	583	501	165	134	39	57
B743	511	49	16	8	1	1	50,1
DC86	29	14	1	6	2	0	38,7
BA11	61	20	8	0	1	0	28
B744	464	566	655	44	35	16	23
DC10	680	687	486	353	316	294	20,7
T154	198	207	304	4	2	1	20,3
B732	10 420	3 012	540	272	50	5	17,4
B722	1373	1 241	1 031	3 917	3 153	2 309	16,3
A332	40	1 853	1 647	0	4	2	11,7
C130	1 103	1 167	1 050	215	87	4	11,6
A306	214	141	222	1	11	15	11,4
A343	4	733	654	0	92	34	11,2
DC9	427	66	0	3	0	0	11,2
MD11	1 744	1 747	1 013	329	275	77	11,2
B721	153	130	126	764	515	508	10,8
A30B	1 104	867	1 110	1 038	1 902	2 205	10,7
A330	1 680	10	0	12	0	0	10,2
A340	1 489	252	243	39	43	1	9,2
DC87	91	72	51	257	66	5	8,4
B763	2 584	2 764	2 262	24	31	34	7,8
B762	213	57	581	30	3	80	7,7
A310	373	418	395	10	18	31	7,2
MD82	5 076	3 517	2 966	19	11	6	6

[5] *Décision du Conseil d'Administration de BIAC du 15 juin 2000 relative à l'instauration d'un système de quotas sonores pour le trafic nocturne à Bruxelles-National. Approuvé par le DM 14259, 26 oct. 2000 et publié au MB 17 nov. 2000*

Pour la période nocturne, l'évolution du passage d'appareils ayant un quotacount élevé à des appareils ayant un quotacount inférieur est très perceptible. Le remplacement du Boeing 727-200 (B722) par l'Airbus 300 (A30B et A306), en cours chez DHL (avec le remplacement du Boeing 757), se remarque par exemple très fort.

Etant donné la chute du nombre de vols et un glissement évident dans la flotte vers des appareils moins bruyants, on s'attend à une réduction de la taille des contours de bruit pour 2001.

La suppression de la 'route Chabert'

La suppression de la 'route Chabert' (principalement SID CIV4D) mérite également d'être nommée. Il s'agit ici de la SID qui se trouve dans le prolongement de la piste 25R, juste au-dessus de l'Agglomération Bruxelloise. Cette route est remplacée par un survol du nord de Bruxelles (principalement SID CIV6C).

Modifications des procédures de vol

Enfin, les procédures de vol ont subi des modifiations importantes pour l'évolution des contours. Pour les départs à partir de la piste 25R vers le sud, les procédures de vol ont été radicalement modifiées à partir de novembre 2000. Depuis, il est obligatoire de ne bifurquer vers le sud qu'à partir d'une altitude de 2000 pieds, au lieu de 1 700 par le passé.

3. Méthode de calcul des contours de bruit autour de l'aéroport de Bruxelles–National

Pour déterminer les contours de bruit, il y a lieu de rechercher des points autour de l'aéroport pour lesquels une charge sonore identique est constatée. Il est en effet impensable de mesurer la charge sonore pour chaque point. C'est pourquoi il est internationalement accepté de déterminer les contours de bruit à l'aide de simulations par un modèle informatique.

Le calcul des contours de bruit autour des aéroports se fait en Belgique, comme dans beaucoup d'autres pays, à l'aide de l'Integrated Noise Model (ci-après INM) de la Federal Aviation Administration (FAA) des Etats – Unis d'Amérique. Ce modèle et la méthode de travail utilisée sont conformes à la méthodologie prescrite par la législation VLAREM (chapitre 5.57 Aéroports (« Vliegvelden »)).

La procédure pour le calcul des contours de bruit peut être subdivisée en 3 phases:

- ✈ La compilation d'informations relatives aux mouvements de vol concernés, les routes empruntées et les caractéristiques de l'aéroport comme input pour INM;
- ✈ La calcul proprement dit par l'INM;
- ✈ La traitement des contours dans un 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 input 'journée moyenne (nuit, 24h, ...)'. Cela ne signifie PAS qu'une journée moyenne est une journée où toutes les facteurs présentent une valeur moyenne. Les données d'une année complète forment la base d'une journée moyenne.

Tous ces vols suivent des voies aériennes, des tracks, qui sont principalement déterminées par les SID (Standard Instrumental Departure Procedure) ou STAR (Standard Instrumental Arrival Procedure) utilisées. Les SID et STAR existantes sont publiées dans l'AIP, Aeronautical Information Publication, et elles déterminent la procédure à suivre par le pilote lors de mouvements aériens à partir de et vers Bruxelles-National.

3.1.1 Information de vol

Afin de pouvoir prendre un vol en compte pour déterminer l'input dans l'INM, les données suivantes sont indispensables :

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

BIAC a fourni l'information de vol servant à calculer les contours de Bruxelles-National pour 2001. Afin d'atteindre un dégré de complétude aussi élevé que possible, les données de la banque de données de BIAC, CDB (Central Data Base) ont été complétées par les données des plans de vol et données de piste fournies par BELGOCONTROL. Les vols pour lesquels les informations sont incomplètes (ainsi que les hélicoptères) ne doivent pas être pris en compte pour déterminer l'input file 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 représente en pratique seulement une petite fraction (moins de 1 %).

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 ou INM prévoit un type de remplacement et selon que les version du modèle évoluent, de plus en plus de types y sont repris.. Dans le cas contraire, l'avion est simulé par un avion similaire sur la base des remplacements approuvés par l'OACI – doc. 29. Pour une petite minorité qui ne peut pas encore être identifiée dans l'INM, on recherche un équivalent à partir des données de bruit.

En fonction de la distance à parcourir, le poids de l'avion 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 résultant d'une certaine SID.

La situation réelle de la projection horizontale par SID est déterminée par des données radar [6] 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.
L'examen des données radar de 1999 a montré qu'une bonne description des tracks réellement empruntées peut être obtenue lorsque les avions sont répartis en 6 sous-groupes pour les SID les plus utilisées. Pour les SID moins utilisées, une SID, dispersion incluse, suffit. 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

3.1.3 Données météorologiques

Pour le calcul des contours de 2001, les conditions météorologiques moyennes ont également été introduites dans l'INM. Ces données de base ont été mesurées toutes les heures par BELGOCONTROL pendant l'année écoulée. L'utilisation de ces données permet le calcul du vent de face moyen exact pour chaque orientation de piste à l'aéroport. Les années précédentes, la valeur introduite pour le vent de face moyen était la même pour chaque piste. L'humidité de l'air relative introduite n'a pas été modifiée par rapport aux calculs des années précédentes. La valeur utilisée auparavant semble en effet fournir une bonne approche de l'humidité relative de l'air à Bruxelles-National.
Le vent de face moyen pour chaque orientation d'une ou de plusieurs pistes de l'aéroport a été calculé comme suit :

- Tout d'abord, les données ont été séparées par piste. Par contre, les départs et arrivées ont été traités ensemble.
- Selon l'heure de départ ou d'arrivée, chaque mouvement a été rattaché aux données météorologiques.
- Ensuite, la composante de la vitesse du vent dans la direction de la piste concernée à un moment donné a été calculée.
- Les composantes moyennes par direction du vent et force du vent ont été mises dans un tableau croisé, tout comme la fréquence (en pourcent) d'une force de vent donnée en provenance d'une direction de vent donnée. Les composantes

[6] Les données radar autour de Bruxelles-National sont disponibles jusqu'à 4 000 pieds et dans un cadre suffisamment grand pour le calcul des contours.

moyennes ont alors été multipliées par le pourcentage de fréquence correspondant.

- ✈ Enfin, les produits obtenus ont été comptabilisés. Cette somme représente le vent de face moyen sur la piste concernée lorsqu'elle est utilisée.
  Les résultats sont les suivants: 4,35 noeuds dans la direction 25; 7,31 noeuds dans la direction 07; 6,23 noeuds dans la direction 02 et 6,70 noeuds dans la direction 20.

3.2 Le calcul de contours

3.2.1 Corrélation entre les mesures (NMS) et les calculs (INM)

Le calcul avec l'INM des valeurs $L_{Aeq,24h}$ 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) faisant partie du NMS.
Les valeurs $L_{Aeq,24h}$ calculées sont comparées aux valeurs $L_{Aeq,24h}$ 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 un avion en survol sur la base de la corrélation avec les données de vol et les données radar (moment et position de l'avion).
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.

3.2.2 Affinement du calcul

Les calculs ont été effectués avec le modèle 6.0 c de l'INM, un affinement de 9 et d'une tolérance de 0,5 dB(A). L'INM emploie la méthode du quadrillage divisé récurrent dans la zone calculée. Avec cette méthode, une zone où le bruit change fort sera plus divisé en grilles détaillées qu'une zone où le bruit change moins. Plus l'affinement est grand, plus l'INM divisera la zone où le bruit change fort. Un calcul avec un affinement de 9 permettra à l'INM de diviser la zone calculée en une grille d'une largeur unitaire de 95 pieds (ou 29 mètres). Plus la tolérance est restreinte, plus l'INM sera sensible aux changements de bruit dans la zone calculée.

3.3 Traitement des résulats dans un SIG

L'introduction des contours de bruit dans un Système d'Information Géographique (SIG) permet, outre l'impression des cartes de contours de bruit sur une carte topographique, également une analyse spatiale. On peut ainsi en première instance calculer la surface entre les différentes 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 utilisées proviennent de l'Institut National de Statistique (INS) et reflètent la situation démographique au 1er janvier 2001. Les chiffres démographiques sont disponibles au niveau des secteurs statistiques. En supposant que la population est répartie équitablement dans le secteur statistique et en ne tenant que compte de 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 $L_{Aeq,24h}$ 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 $L_{Aeq,24h}$ calculées sont comparées avec les valeurs $L_{Aeq,24h}$ 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 n'est pas tout à fait 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.

Le tableau ci-après présente une comparaison entre les valeurs $L_{Aeq,24h}$ calculées à hauteur des divers points de mesure et les valeurs $L_{Aeq,24h}$ qui peuvent être calculées à l'aide des données produites par le Noise Monitoring System.

Tableau 2: Corrélation mesures - calculs

	INM LAeq,24h calculé	NMS LAeq,24h par rapport aux événements fusionnés < 75 s	INM – NMS
NMT 01 Steenokkerzeel	64,4	62,2	2,2
NMT 02 Kortenberg	71,0	70,8	0,2
NMT 03 Diegem	72,5	72,9	-0,4
NMT 04 Nossegem	62,2	64,1	-1,9
NMT 06 Evere	52,6	53,6	-1,0
NMT 07 Sterrebeek	49,3	50,5	-1,2
NMT 08 Kampenhout	54,1	54,5	-0,4
NMT 09 Perk	51,8	49,8	2,0
NMT 10 Neder-Over-Heembeek	56,9	58,2	-1,3
NMT 11 Woluwe-Saint-Pierre	51,2	50,2	1,0
NMT 12 Duisburg	47,6	43,4	4,2
NMT 13 Grimbergen	49,6	47,6	2,0
NMT 14 Wemmel	50,1	49,3	0,8
NMT 15 Zaventem	55,3	54,8	0,5
NMT 16 Veltem	58,9	59,4	-0,5

La comparaison entre les calculs avec l'INM 6.0c dans les points de mesure et les mesures donne de meilleurs résultats que les années précédentes. Etant donné les imprécisions sur l'ensemble 'points de mesure/corrélation', la déviation obtenue ici est du même ordre de grandeur que l'erreur possible dans les résultats.

Tableau 3: Evolution des différences (en valeurs absolues) entre les calculs et les mesures à travers les ans

	1998 INM 5.2a	1999 INM 5.2a	1999 INM 6.0a	2000 INM 5.2a	2000 INM 6.0b	2001 INM 6.0c
NMT01	0,5	5,5	4,0	4,6	3,3	2,2
NMT02	2,9	0,8	0,1	0,9	0,2	0,2
NMT03	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4
NMT04	1,6	2,1	1,8	2,5	1,8	1,9
NMT06	2,9	3,1	2,6	3,4	2,6	1,0
NMT07	2,3	0,2	1,0	0,6	1,0	1,2
NMT08	0,9	1,2	0,3	1,6	0,5	0,4
NMT09	5,5	0,6	0,5	3,4	3,5	2,0
NMT10	2,2	1,5	1,1	2,4	2,0	1,3
NMT11	1,0	1,2	0,7	1,0	0,1	1,0
NMT12	0,3	0,8	1,1	1,8	2,4	4,2
NMT13	1,2	1,3	1,6	1,1	1,7	2,0
NMT14	0,3	0,1	0,5	1,7	1,0	0,8
NMT15	0,8	0,5	0,2	0,2	0,0	0,5
NMT16	0,2	0,8	0,0	1,3	0,4	0,5
moyenne	1,53	1,31	1,03	1,77	1,38	1,31

Les points de mesure qui ont fourni de moins bons résultats par le passé lors de la comparaison entre calculs et mesures, donnent en 2001 une différence d'à peine 2 ou moins. Les points de mesure 06 et 09 sont toutefois satisfaisants, contrairement aux autres années. D'autre part, le point de mesure 12 situé à Duisburg indique une grande différence entre le calcul selon INM 6.0c et la mesure, et cela pour la première fois pour ce point de mesure. L'explication peut éventuellement résider dans le fait que de nombreux événements sonores ne sont pas corrélés parce que le trafic aérien à Duisburg se trouve généralement déjà au-dessus de 4 000 pieds et n'est donc plus repris.

Les résultats pour la grande majorité des points de mesure indiquent que les contours de bruit de 2001, tout comme les années précédentes, peuvent être considérés comme un reflet fidèle de la réalité quant au niveau de bruit produit par le trafic aérien. Il est remarquable dans ce contexte que les meilleurs résultats obtenus par rapport à 2000 sont d'une part dus au meilleur fonctionnement du 'Noise Monitoring System' en 2001. D'autre part, l'introduction des données météorologiques dans l'INM contribuent également à une meilleure approche de la réalité.

Un seul point de mesure présente toutefois de légères anomalies qui peuvent avoir diverses origines, sans pour autant indiquer un calcul moins fiable des contours de bruit.

4.2 Evolution du niveau de l'évènement $L_{Aeq,24h}$

Le schéma ci-après montre l'évolution du niveau $L_{Aeq,24h}$ sur la base des mesures de bruit pendant toute l'année sur la période 1999-2001. Ces données sont les moyennes logarithmiques des valeurs $L_{Aéq,24h}$ réellement mesurées et constatées à hauteur des points de mesure. La moyenne logarithmique de ces valeurs est obtenue en prenant la moyenne arithmétique des niveaux de bruit (énergie) correspondants.

On a constaté que les aberrances situés dans ces nuées de données pèsent plus dans les moyennes logarithmiques et ne sont dès lors pas pris en compte. En statistiques, une aberrance (ou observation aberrante) est définie comme étant une valeur s'éloignant de plus de 3 déviations standards de la moyenne arithmétique (des valeurs dB(A)!).

Entre 1991 et 2001, 76 jours par an en moyenne répartis sur les 16 points de mesures ont été considérés comme des aberrances. Il s'agit ici d'1 % des données et il est dès lors tout à fait indiqué de retirer ces aberrances des bases de données. Ces mesures exceptionnelles sont peut-être dues à des entretiens effectués aux points de mesure ces jours-là.

Les valeurs $L_{Aeq,24h}$ mesurées ne cherchent pas à savoir si l'événement sonore est causé par le trafic aérien en survol ou par d'autres sources de bruit. On obtient donc en toute logique des valeurs plus élevées que pour les niveaux $L_{Aeq,24h}$ du paragraphe 4.1.

Le graphique montre que le niveau $L_{Aeq,24h}$ a sensiblement diminué par rapport à l'année dernière pour 11 des 15 points de mesure. Le point de mesure 05 à Schaerbeek n'est ici pas pris en compte pour la simple raison qu'il a été mis hors service il y a déjà deux ans. La combinaison du nombre réduit de vols par rapport à 2000 et l'évolution vers une flotte moins bruyante, explique cette diminution sensible du niveau $L_{Aeq,24h}$.

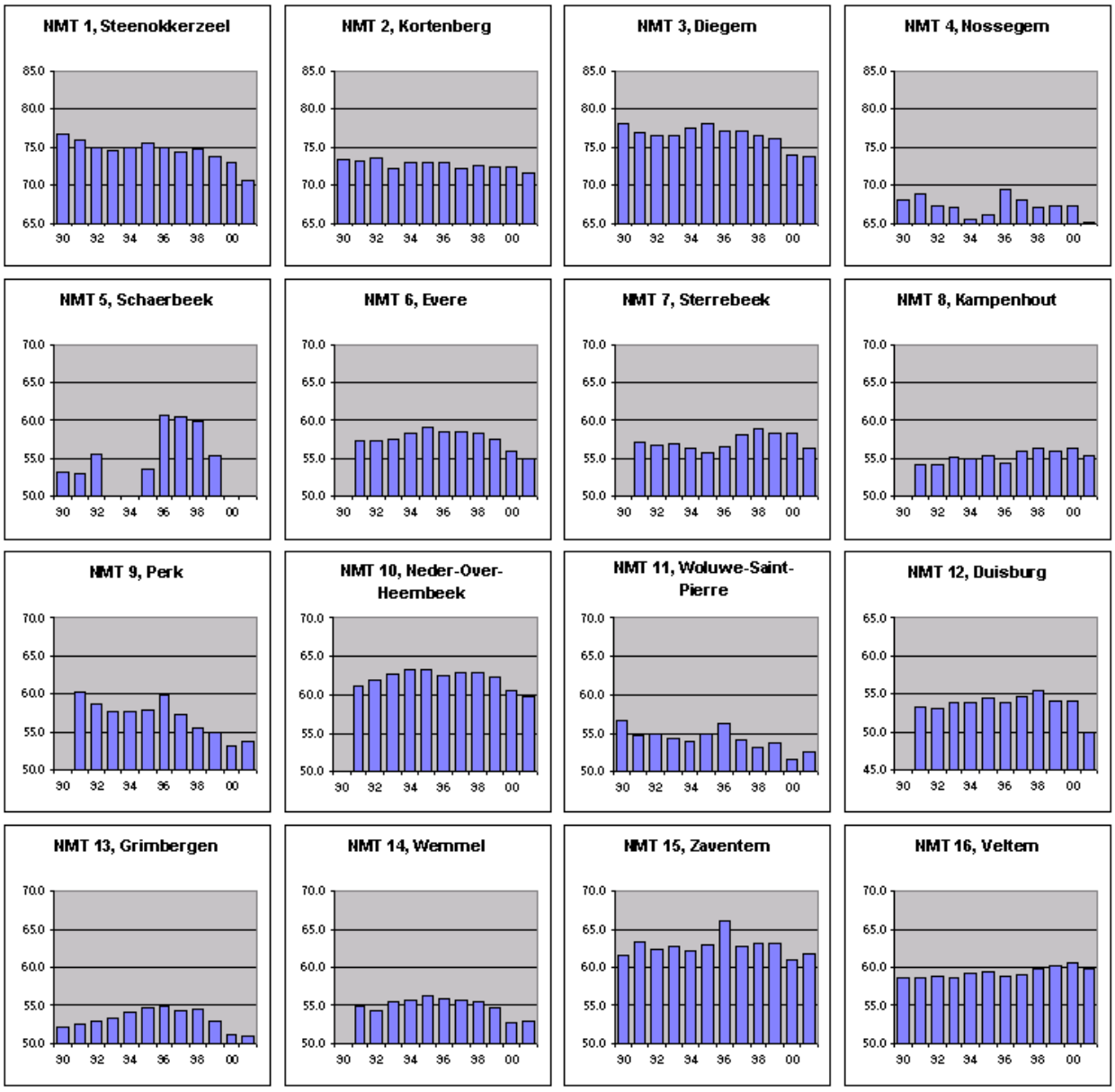


Schéma 5 Evolution du niveau $L_{Aeq,24h}$ à hauteur des points de mesure du réseau de mesure fixe

4.3 Discussion des contours de bruit et tableaux

Les cartes des contours de bruit pour les diverses grandeurs ($L_{Aeq,jour}$, $L_{Aeq,nuit}$, L_{DN}, L_{den} et L_{night}) sont reprises à l'Annexe 7 et à l'Annexe 8 . Les cartes de contours de bruit servent de base aux tableaux reprenant la surface, le nombre d'habitants et le nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur des contours respectifs par commune et par zone de bruit.

Une évolution des surfaces et des habitants à l'intérieur des diverses zones de contours de 1996 à 2001 est reprise à l'Annexe 6 . L'Annexe 9 reprend les contours L_{DN}, $L_{Aeq,jour}$, $L_{Aeq,nuit}$, L_{den} et L_{night} de 2001 et 2001 imprimés sur la même carte démographique en guise de comparaison avec les contours de bruit du rapport d'étude de l'année dernière (calculés avec la même version que les contours de cette année). Pour une comparaison entre les différentes versions du modèle et les conséquences de l'utilisation de la dernière méthode en date, on fait référence à l'Annexe 4 et à l'Annexe 6 du présent rapport.

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

4.3.1 Contours $L_{Aeq,jour}$

Dans le cas de l'utilisation préférentielle des pistes, comme cela en a été le cas en 2001, les pistes 25R et 25L sont principalement utilisées comme pistes d'atterrissage. La piste 25R est de plus la plus utilisée pour les décollages. Ce n'est que dans certaines conditions atmosphériques que l'on s'écarte de ce scénario de base et que les autres pistes sont utilisées.

Les contours de bruit calculés traduisent cette utilisation préférentielle des pistes par deux crêtes dans les contours de bruit suite aux atterrissages sur les pistes 25L et 25R. Suite à une diminution du nombre de mouvements aériens pendant la journée et à la suppression d'un certain nombre d'avions bruyants des flottes, les contours de bruit ont clairement rétréci par rapport à 2000. Cette évolution répond tout à fait aux attentes. Il n'est pas étonnant que cette évolution ne se reflète que peu dans les crêtes suite aux atterrissages. Il semble que peu d'améliorations pourront encore être apportées au bruit produit par les avions qui atterrissent.

Le changement le plus remarquable dans les contours de la journée se situe à hauteur des départs sur la piste 25R en direction du sud. C'est dû à une diminution relative et absolue du nombre de départs sur cette route, ainsi qu'à une évolution vers une flotte composée d'avions moins bruyants.

La crête du contour situé au sud de l'aéroport a légèrement augmenté, suite aux atterrissages sur la piste 02. C'est dû à un nombre accru d'atterrissages sur la piste 02 en 2001 : de 3,6 % en 2000 à 7,3 % en 2001 pendant la journée.

On remarque dans le contour de jour l'évolution dans la crête suite aux routes droites, dans la prolongation de la piste 25R. Il s'agit ici de la 'route Chabert' (SID CIV4D) et de la route qui bifurque plus tard vers le sud (ETE1N). La crête dans les contours se situe dans la prolongation de la piste 25R et ne suit pas l'évolution générale qui veut que les contours rétrecissent. Pourtant, les données d'utilisation des pistes font apparaître que ces routes sont encore rarement utilisées par rapport à 2001. La 'route Chabert' est d'ailleurs supprimée depuis avril 2001.
Après examen détaillé, il apparaît que cette crête est presque entièrement due au Boeing 747, qui emprunte souvent cette route. Bien que le nombre d'avions a fortement diminué sur cette route, ce n'est pas le cas pour le nombre de Boeing747. Ce nombre est en fait passé de 860 à 810 vols sur cette route, une diminution d'à peine 5 %. L'explication du fait qu'il n'y a pas de changement sensible dans les contours situés dans la prolongation de la piste 25 est donc donnée.

4.3.2 Contours $L_{Aeq,nuit}$

Dans le cas de l'utilisation préférentielle de piste pendant la nuit (selon le VLAREM, 23:00h à 06:00h), les atterrissages se font sur les pistes 25L et 25R. Cette utilisation de piste apparaît dans les contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour la période nocturne sous la forme de deux crêtes vers l'est. La diminution du nombre d'atterrissages par rapport à 2000 se remarque également dans ces deux crêtes. C'est également le cas pour les atterrissages sur la piste 20, qui causent la crête vers le nord.

L'introduction du "Grand Tour du Brabant" pour les départs la nuit constitue de loin le changement majeur si l'on compare les contours de 2000 à ceux de 2001. L'utilisation de la piste 20 pendant la nuit est passée de 51,9% en 2000 à 32,2% en 2001. Combiné à la diminution du nombre de vols, cela provoque un rétrécissement d'environ la moitié des contours qui s'étendent vers le sud.
L'utilisation relative de la piste 25R et du "Grand Tour du Brabant" a par contre augmenté. Cette augmentation est supérieure à la diminution du nombre de vols, de sorte que les contours s'étendent plus loin que l'année dernière.

4.3.3 Contours L_{DN}

La grandeur L_{DN} est la somme logarithmique de $L_{Aeq,jour}$ et $L_{Aeq,nuit}$ à laquelle on attribue un facteur de pénalisation de 10 aux vols de nuit. Etant donné qu'il s'agit d'une opération purement arithmétique, les observations évoquées aux paragraphes précédents pour les contours $L_{Aeq,nuit}$ et $L_{Aeq,jour}$ se retrouvent à nouveau dans les contours de bruit L_{DN}.

En ce qui concerne les atterrissages, il y a un net rétrécissement des contours à hauteur des pistes 25R et 25L. La réduction est répartie équitablement entre les deux pistes parce que l'utilisation procentuelle des 25R et 25L pour les atterrissages n'a que très peu changé.
L'utilisation procentuelle des pistes 20 et 02 a par contre été doublée pour les atterrissages en journée: d'environ 3,5% à 6 à 7% pour les deux pistes. Cela compense la réduction du nombre d'atterrissages, ayant pour conséquence que les crêtes dans la prolongation de ces pistes s'étendent un peu plus loin en 2001 qu'en 2000.

Suite à l'introduction du facteur 10 pour les vols de nuit, ceux-ci ont plus d'impact sur les contours formés suite aux départs.
D'autre part, la réduction du lobe sud est énorme, suite aux départs à partir de la piste 20, encore une fois suite au facteur de pondération 10 attribué aux vols de nuit. Nous signalons, pour mémoire, que c'est dû à une utilisation deux fois moindre de la piste 20 pour les départs la nuit par rapport à l'année 2000.

4.3.4 Contours L_{night}

Comparé aux contours $L_{Aeq,nuit}$, on tient également compte pour les contours L_{night} des mouvements entre 06:00h et 07:00h. Eu égard à l'impact des avions bruyants de DHL qui opèrent jusqu'à 06:00h, les contours L_{night} et $L_{Aeq,nuit}$ ne diffèrent pas tellement.
Entre 06:00h et 07:00h, il y a tous les jours en moyenne 11 vols qui partent et 3 qui atterrissent. Parce qu'il s'agit ici d'une part d'avions plus silencieux et d'autre part parce que la période pour laquelle on fait la moyenne du bruit est prolongée d'1 heure, les contours L_{night} sont comparables et même un rien plus petits que les contours $L_{Aeq,nuit}$.

4.3.5 Contours L_{den} (soirée 19-23h, nuit 23-07h selon UE)

L'heure supplémentaire pour laquelle est alloué un facteur de pénalité de 10 aux vols des contours $L_{den(19\text{-}23\text{-}07h)}$, ne provoque que des différences minimes par rapport aux $L_{den(19\text{-}23\text{-}06h)}$: seules les crêtes des lobes de contours créés par les départs et les arrivées se déplacent de maximum 500 mètres.

4.4 Nombre d'habitants potentiellement fort gênés

Les contours L_{DN} et le lien entre L_{DN} et une forte nuisance, comme celle constatée par Miedema (1992), ont servi de base à une évaluation du nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur des différentes zones de contours calculées. Les données détaillées à ce sujet sont reprises à l'Annexe 5 . Un aperçu moins détaillé est donné dans le tableau ci-dessous, qui compare le nombre d'habitants potentiellement fort gênés par commune avec le nombre d'habitants potentiellement fort gênés ces dernières années. Le tableau reprend les données depuis 1996. Les chiffres de 1996 à 1998 sont obtenus à partir de calculs faits à l'aide d'une ancienne version du modèle INM. C'est pourquoi les chiffres ne sont pas parfaitement comparables à ceux des trois dernières années. La comparaison entre les contours officiels de 1999 et 2000 (calculés avec INM 5.2a) et les rapports d'étude pour ces années (calculés avec INM 6.0b) permettent de présumer qu'environ 1000 à 2000 habitants potentiellement fort gênés doivent être ajoutés aux chiffres de 1996 à 1998 afin de pouvoir être comparés aux derniers chiffres en date. Pour une discussion détaillée des différences entre les deux modèles, on fait référence à l'Annexe 4 et à l'Annexe 6 du présent rapport.

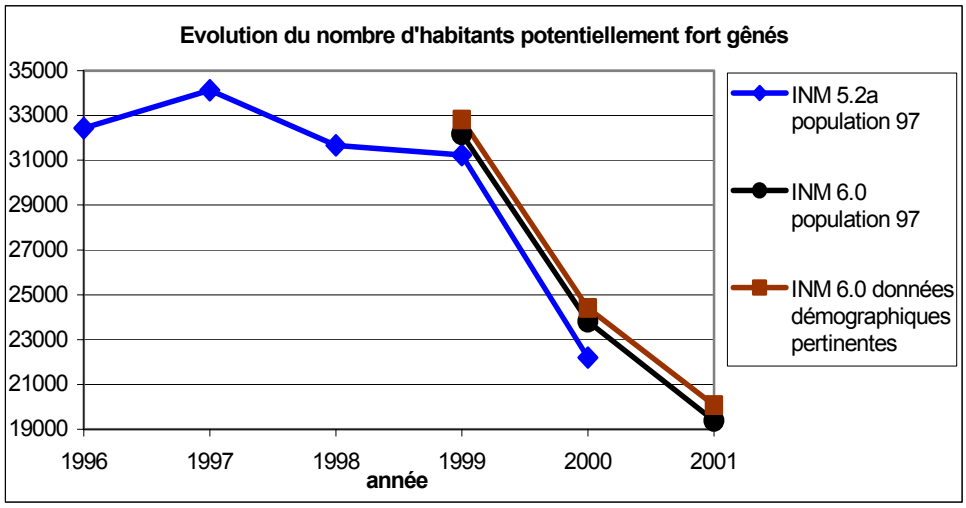
En 2001, environ 150 habitants potentiellement fort gênés sont dus au fait qu'on travaille avec les données démographiques les plus récentes (1er janvier 2001). Autrement dit, il y a à l'intérieur des zones de contour au 1er janvier 2001 une densité de population légèrement supérieure à celle du 1er janvier 2000. Cette densité de population accrue est principalement apparue dans les communes Bruxelles (Neder-Over-Heembeek), Evere, Machelen et en moindre mesure également Steenokkerzeel.

Tableau 4: Evolution du nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur du contour L_{DN} de 55 dB(A) par commune (calculé selon Miedema, 1992)

	Nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur du contour LDN de 55 dB(A)										
année	1996*	1997*	1998*	1999*	2000*	1999**	2000**	2001**	1999**	2000**	2001**
Don. Démograph.	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'99	1jan'00	1jan'01
Bruxelles	2 680	2 513	2 216	2 385	1 836	2 443	1 840	1 879	2 555	1 848	1 943
Evere	2 820	3 539	1 952	1 538	883	1 912	1 105	1 483	1 812	1 204	1 630
Grimbergen	5 090	3 885	4 026	3 649	2 205	3 526	2 192	2 519	3 645	2 227	2 544
Haacht	30	41	40	51	44	86	69	49	122	62	46
Herent	120	119	145	157	154	197	195	168	192	176	158
Huldenberg	0	0	13	39	24	31	24	0	27	24	0
Kampenhout	530	492	467	537	435	623	546	469	698	530	461
Kortenberg	1 170	765	606	674	556	762	651	656	783	666	665
Kraainem	910	1 370	84	406	51	815	175	17	708	175	15
Leuven	30	11	20	18	17	48	47	24	26	41	21
Machelen	4 740	4 769	4 822	4 678	3 833	4 899	4 146	4 137	5 298	4 274	4 310
Meise	210	963	817	939	148	965	151	291	805	157	295
Merchtem	0	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0
Overijse	0	1	37	51	27	37	28	0	52	27	0
Rotselaar	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0	0
Schaerbeek	0	123	0	0	0	12	0	12	85	0	14
Woluwe-Saint-L.	390	667	44	124	0	221	0	0	199	0	0
Woluwe-Saint-P.	370	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steenokkerzeel	2 980	2 587	2 570	2 518	1 908	2 440	1 898	1 691	2 645	2 013	1 820
Tervuren	0	1 104	1 891	1 716	1 389	1 430	1 297	6	1 265	1 311	6
Vilvoorde	4 200	3 225	3 701	3 100	2 165	2 957	2 096	2 168	2 983	2 214	2 293
Wemmel	160	201	159	209	86	202	82	179	200	82	181
Wezembeek-O.	370	1 394	1 120	1 600	1 153	1 530	1 147	298	1 547	1 151	296
Zaventem	5 630	6 318	6 933	6 841	5 287	7 034	6 119	3 341	7 166	6 232	3 374
Total	***32 430***	***34 123***	***31 663***	***31 231***	***22 201***	***32 171***	***23 808***	***19 387***	***32 825***	***24 416***	***20 073***

* calculé avec INM 5.2a / **calculé avec la version 6 d'INM

Schéma 6 Evolution du nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur du L_{DN}-de 55 dB(A) par commune (calculé selon Miedema, 1992)



Comme les cartes de contours de bruit le laissaient présumer, il y a une forte diminution du nombre d'habitants potentiellement fort gênés. Cette diminution a deux causes citées précédemment. D'une part, les compagnies aériennes opèrent actuellement un net changement dans leur flotte. D'autre part, la chute du trafic aérien en 2001, avec une plus forte chute encore pendant la nuit, qui a un impact évident, compte tenu le facteur de pénalité attribué à un vol de nuit.
Les tendances diffèrent toutefois selon la commune.

Annexe 1 Répartition de l'utilisation de piste en 2001

La répartition de l'utilisation des pistes a été déduite des données introduites dans l'INM pour le calcul des contours de bruit en 2001 et se base sur la banque de donnée CBD de BIAC, complétée le cas échéant 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 bifurquent vers le sud ou vers le nord 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.

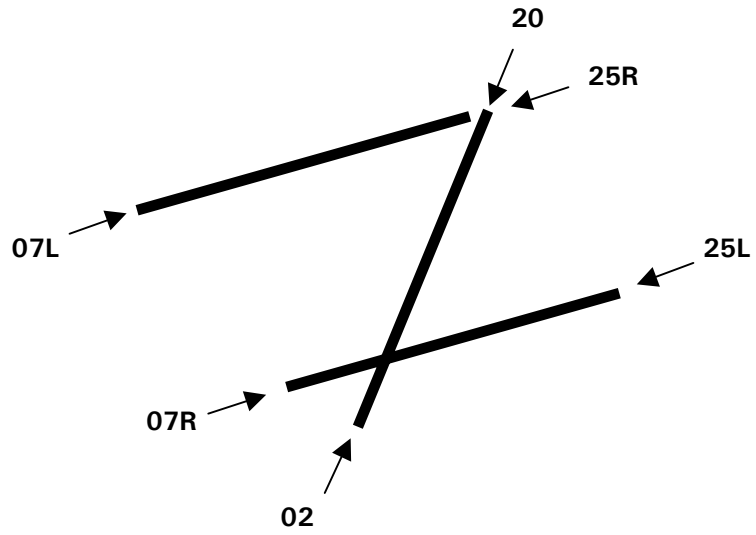


Schéma 7 Configuration et dénomination des pistes de décollage et d'atterrissage à Bruxelles – National.

Répartition en pourcentage du nombre de mouvements sur une base annuelle (2001)

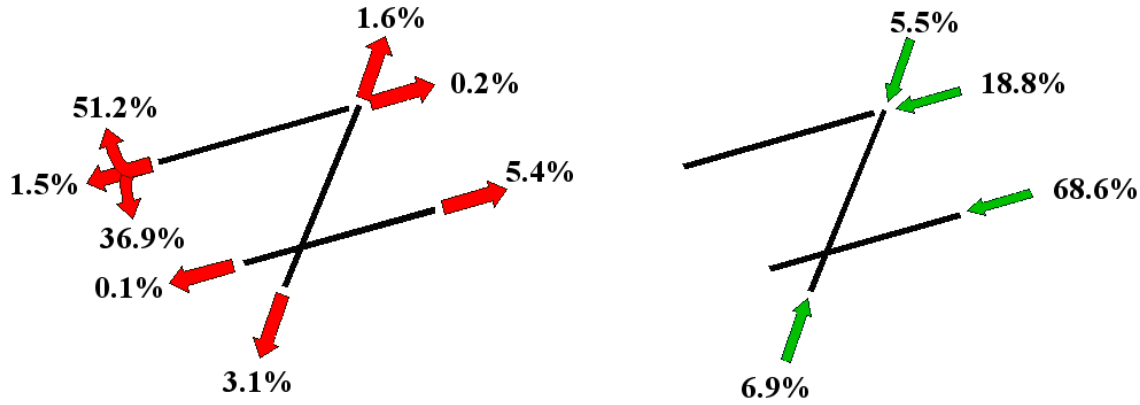


Schéma 8 Répartition en pourcentage du nombre total de départs et de décollages en 2001

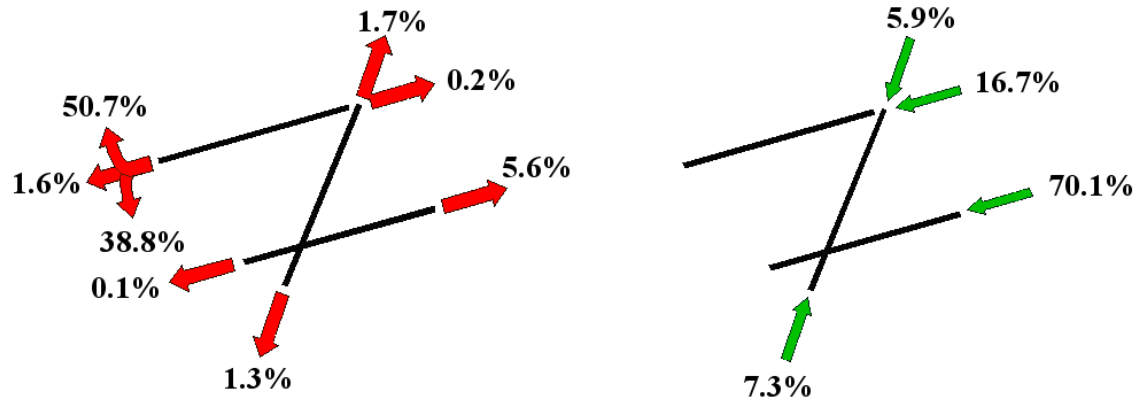


Schéma 9 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages en journée (06:00-23:00) en 2001

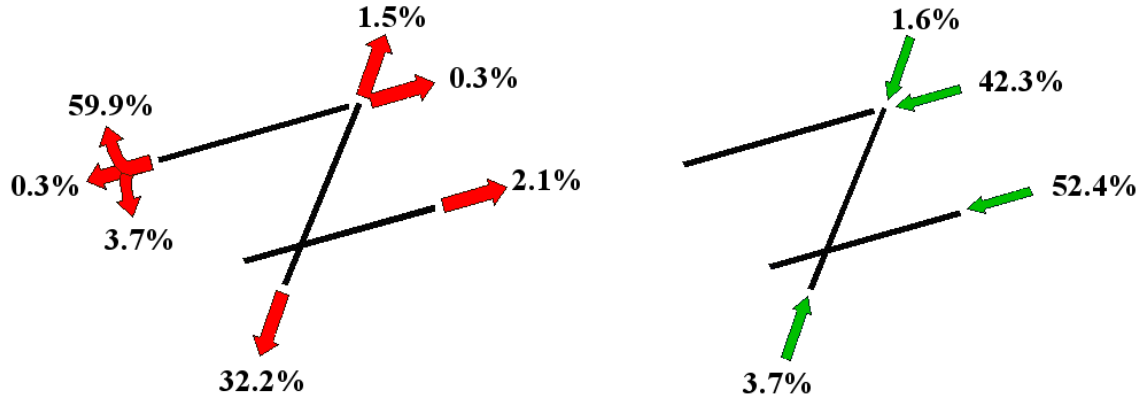


Schéma 10 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages la nuit (23:00-06:00) en 2001

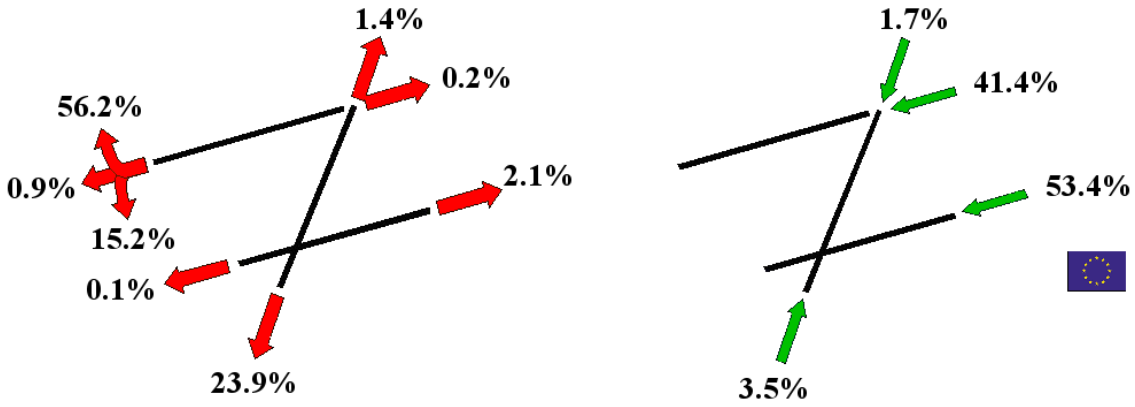


Schéma 11 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'arrivées la nuit (23:00-07:00) en 2001

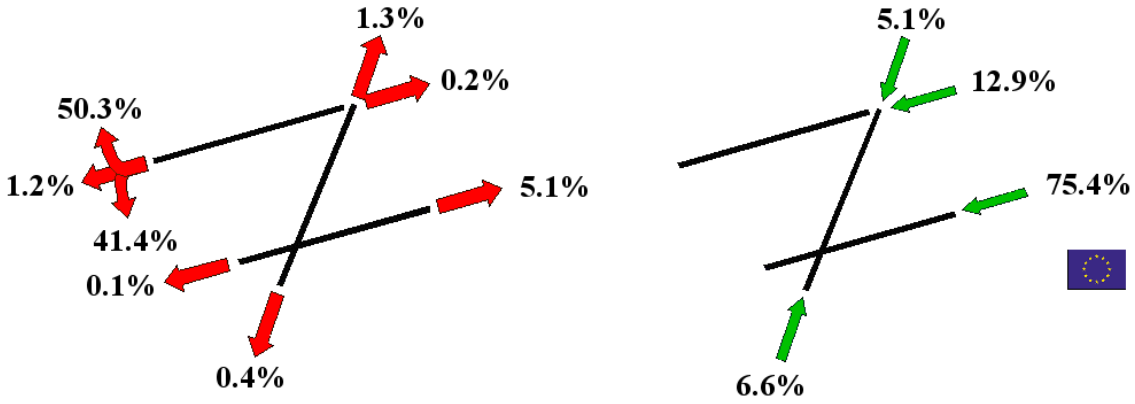
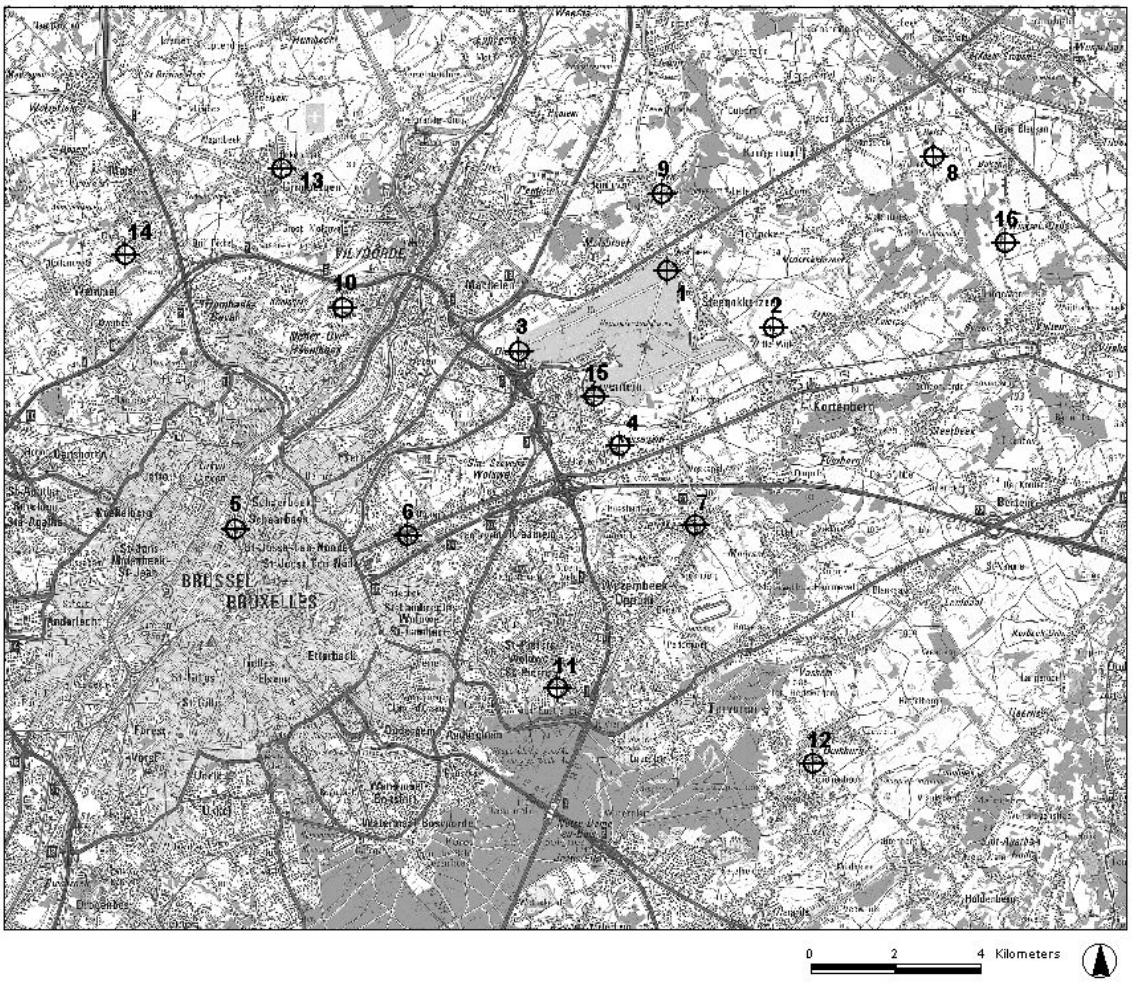


Schéma 12 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages le soir (19:00-23:00) en 2001

Annexe 2 Position des points de mesure



Numéro NMT	Localisation	Numéro NMT	Localisation
1	Steenokkerzeel	9	Perk
2	Kortenberg	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 Note technique

Méthodologie pour l'introduction de SID dans l'INM

L'introduction de SID a été faite de façon plus détaillée que pour les calculs de contours d'avant 1999, quand tous les avions qui suivaient une SID bien précise étaient simulés sur 1 route dans l'INM. Pour les procédures de départ reprises dans l'AIP, les manœuvres de virage sont toutefois déterminées sur la base de l'obtention d'une certaine altitude. Selon entre autres le type d'avion et la charge de l'avion, un avion atteint cette altitude à un autre endroit. Afin de mieux s'approcher de la réalité, on a choisi pour les calculs de contours depuis 1999 d'introduire plus de routes de vol dans l'INM par type d'avion.

La méthodologie suivante a été suivie :

A partir des données de mesure du NMS, on a sélectionné les avions qui contribuent le plus à la nuisance sonore aux 15 points de mesures fixes. De plus, on a tenu compte tant du niveau de bruit que du nombre de survols.

31 types d'avions ont été sélectionnés à partir des données de mesure. Eu égard au caractère spécifique des vols de nuit, les B727-100 et 727-200 bruyants, « hushkittés » de DHL ont été traités dans une classe distincte. A partir des données radar, on a recherché pour ces 33 types d'avion des groupes de types d'avion pour lesquels la localisation dans l'espace de la route de vol est similaire. Ci-dessous sont indiqués les types d'avions des groupes obtenus ainsi que le Maximum Take Off Weight moyen (MTOW) par type d'avion à partir du tableau IMMA. La répartition des groupes pour 2001 est la suivante :

GROUPE 1: A319-131 (68), B737-500 (55), Dash 8-300 (20), DC9-30/ Lightweight (51)

GROUPE 2: A320-211 (74), A321 (84), B727-100(Q7) (76), B737-200(D17) (54), B737-300 (61), B737-400 (66), B737-700 (77), BAE146-200 (40), Embraer 135 (19), Dash 8-100 (19), MD81 (63), MD-82 (67), MD83 (68).

GROUPE 3: A30B (161), A330 (220), A340 (260), B757200 (105), B767300 (186), BAE146-300 (43), Embraer 145 (20), MD11(CF6) (283), C130 (71), B737(QN) (70), B767-200 (173), DC1010 (254)

GROUPE 4: Boeing 747-400 (393), DC10-30 (254)

GROUPE 5: B727-100 (76) en B727-200 de DHL

Ensuite, les SID qui dans l'AIP volent sur la même première balise sont groupées pour simplifier le calcul. Cela n'a aucune importance pour le calcul des contours de bruit, car les SID groupées dans le cas présent ne se scindent qu'à grande distance de l'aéroport, lorsque les avions ont déjà pris de l'altitude. Les SID groupées sont reprises au tableau ci-dessous pour 2001. Les 67 SID d'origine de l'AIP sont ramenées à 23 pour le calcul de l'INM.

Dénomination commune SID	SID de l'AIP regroupés pour 2001							% du nombre total de départs
ETE1M	ETE1M	BUL2C	LNO3G	SPI2A	LNO1G	LNO2G	NEB3C	37,1%
COA4C	COA4C	TUL2A	DEN1C					21,4%
CIV5C	CIV5C							16,2%
TOL1C	TOL1C	HEL1C	ONT3D					10,8%
ETE1H	ETE1H	BUL1H	LNO1H	SPI1H	CIV2J			4,5%
ETE1L	ETE1L	SPI1L	BUL1L	LNO1L				1,9%
ETE1S	ETE1S	CIV1S	BUL1S	SPI1N	LNO1N	SPI1S		1,8%
COA1F	COA1F	TOL1F	HEL1F	TUL1F	DEN1F			1,5%
COA1H	COA1H	TOL1H	TUL1H	HEL1H	DEN1H	KOK1H		1,2%
CIV4L	CIV4L							1,0%
ETE1N	ETE1N	BUL1D	LNO1P	SPI1B				0,9%
CIV4D	CIV4D	NEB1D						0,6%
KOK1P	KOK1P							0,4%
COA2L	COA2L	TUL1L	DEN1L	TOL1L	HEL1L	KOK3L		0,3%
ETE1F	ETE1F	SPI1F	BUL1F					0,1%
CIV3F	CIV3F							0,1%
ONT4C	ONT4C							0,0%
COA3D	COA3D	TUL2B						0,0%
CIV3H	CIV3H							0,0%
LNO1F	LNO1F							0,0%
ONT4F	ONT4F							0,0%
ONT4L	ONT4L							0,0%
KOK1F	KOK1F							0,0%

Enfin, les données radar des 6 SID les plus utilisées, auxquelles sont dues 90% des départs, sont réparties dans les 5 groupes de types d'avions. Un sixième groupe ("Groupe 0") contient les données radar des types d'avions qui ne sont pas repris dans un des 5 groupes.

Pour chacune de ces données radar groupées (6 x 6 + 17) a été déterminé une route de vol distincte dans l'INM. Cela a été fait à l'aide d'un outil INM qui calcule la moyenne de toutes les données radar prises en considération. Ce même outil a aussi servi à dessiner les routes secondaires, de sorte qu'il a été tenu compte de la dispersion sur les SID.

L'effet attendu sur les contours de bruit est que la localisation des contours, principalement déterminée par les avions les plus bruyants, sera encore plus influencée par la localisation de la projection horizontale des routes des avions plus lourds, plus bruyants que par les appareils plus petits et qui bifurquent plus rapidement. Grâce à cette méthodologie, il y a moins de dispersion sur les routes de vol les plus empruntées par les avions les plus bruyants.

Annexe 4 Conséquences de l'utilisation d'une nouvelle méthode pour le calcul des contours.

Par rapport aux contours officiels des années précédentes, il y a cette année quelques améliorations dans le calcul des contours. On a donc choisi la meilleure technologie disponible pour obtenir la description actuelle du bruit autour de l'aéroport. Pour garantir la comparabilité, on a fait en 1999 et 2000 un rapport d'étude 'up-to-date' avec la méthode la plus actuelle.
2001 est l'année idéale pour le passage parce que, d'une part, à partir de cette année deux nouvelles grandeurs sont imposées pour les calculs de contours (L_{DEN} pour une nuit de 23 heures à 07 heures et L_{night}), en plus des trois grandeurs déjà connues. D'autre part, depuis deux ans déjà des rapports d'étude sont faits, facilitant ainsi la comparaison avec les années précédentes.

Les différences avec les contours des années précédentes sont les suivantes :

- Passage du modèle INM version 5.2a au modèle INM version 6.0c;
- Répartition actuelle des types d'avions en groupes pour l'introduction des SID dans l'INM;
- Utilisation du vent de face réel;
- Utilisation des dernières données démographiques en date pour le calcul du nombre d'habitants à l'intérieur des différentes zones de contours.

L'influence finale de la méthode rénovée sur les chiffres est illustrée au moyen de graphiques à l'Annexe 6 , ainsi que par les tableaux qui montrent l'évolution des superficies et des habitants à l'intérieur des diverses zones de contours de 1996 à 2001.

Passage au dernier modèle de simulation en date

On est passé du modèle INM version 5.2a au modèle INM version 6.0c. De la comparaison entre les contours officiels de 1999 et 2000, calculés avec la version 5.2a, et les rapports d'étude respectifs, calculés avec la version 6.0a et b, on peut conclure ce qui suit :
La mise à jour vers la version 6.0c n'implique pas de changements dans la méthode de calcul, mais se cantonne à quelques ajustements des données sonores de certains avions. En ce qui concerne la localisation des contours de bruit, les points litigieux inhérents au passage à une nouvelle version d'INM (de l'INM 5.2a à l'INM 6.0a) sont d'une part dus à des modifications dans l'algorithme de calcul et d'autre part à des changements dans la base de données INM reprenant les caractéristiques des avions.

L'amélioration majeure dans l'algorithme de calcul concerne l'introduction de classes spectrales dans l'INM version 6. C'est pourquoi il est possible dans la version 6 de l'INM de prendre en compte l'absorption atmosphérique. L'introduction des classes spectrales permet de calculer l'atténuation latérale de façon plus précise qu'avec la version 5.2a. Des tests effectués par le Volpe Center de DOT ont montré qu'avec des conditions atmosphériques moyennes, comparables à la situation à Bruxelles-National, le contour L_{DN} de 65 dB(A) augmentait jusqu'à 1 dB(A). Des analyses faites par la FAA montrent également que les nouveaux algorithmes permettent une meilleure corrélation avec les mesures et des résultats plus consistants avec les autres modèles sonores. Des calculs effectués au moyen du dernier modèle fournissent donc de meilleurs résultats.
De plus, la base de données centrale d'INM reprenant les caractéristiques des avions a été complétée par quelques nouveaux types d'avions à partir de la version 6.0a et des mises à jour successives (6.0b et 6.0c) des données de types d'avions existants ont été effectuées. Ainsi, les Airbus 319, 330 et 340 et l'Embraer120 ont par exemple été ajoutés comme nouveaux types et les coefficients flap et jet du type d'avion 727EM2 de l'INM ont été adaptés.
Des simulations faites par ATF ont également appris que la tendance générale de passage de l'INM 5.2a à l'INM 6.0c résulte en une augmentation des contours de bruit. Dans le schéma ci-dessous, les contours de bruit L_{DN} ont été calculés pour un scénario identique avec l'INM version 5 et avec l'INM version 6.

Le schéma ci-dessous (schéma 12) montre clairement que les contours L_{DN} de 55 dB(A) calculés avec l'INM version 6 sont en effet plus grands que ceux calculés avec l'INM version 5. La différence est nettement visible dans la prolongation des crêtes pour les atterrissages et les décollages. L'augmentation des contours de bruit est principalement due aux nouveaux algorithmes de calcul de l'INM version 6. Seules les crêtes de contours consécutives aux départs à partir de la piste 20 dérogent à cette tendance. Le fait que les contours de 60 et 65 dB(A) rétrécissent à cet endroit précis est probablement dû aux modifications des caractéristiques du type d'avion 727EM2 de l'INM (voir schéma 14). Ce type est en effet utilisé dans l'INM comme équivalent aux appareils Boeing 727 hushkittés de DHL. Comme la piste 20 était en 1999 principalement utilisée la nuit et plus particulièrement par le fameux Boeing 727 de DHL, il est évident que cet avion détermine en grande partie les contours. D'autant plus que chaque vol de nuit se voit attribuer un facteur de pénalisation de 10 lors du calcul du L_{DN}.

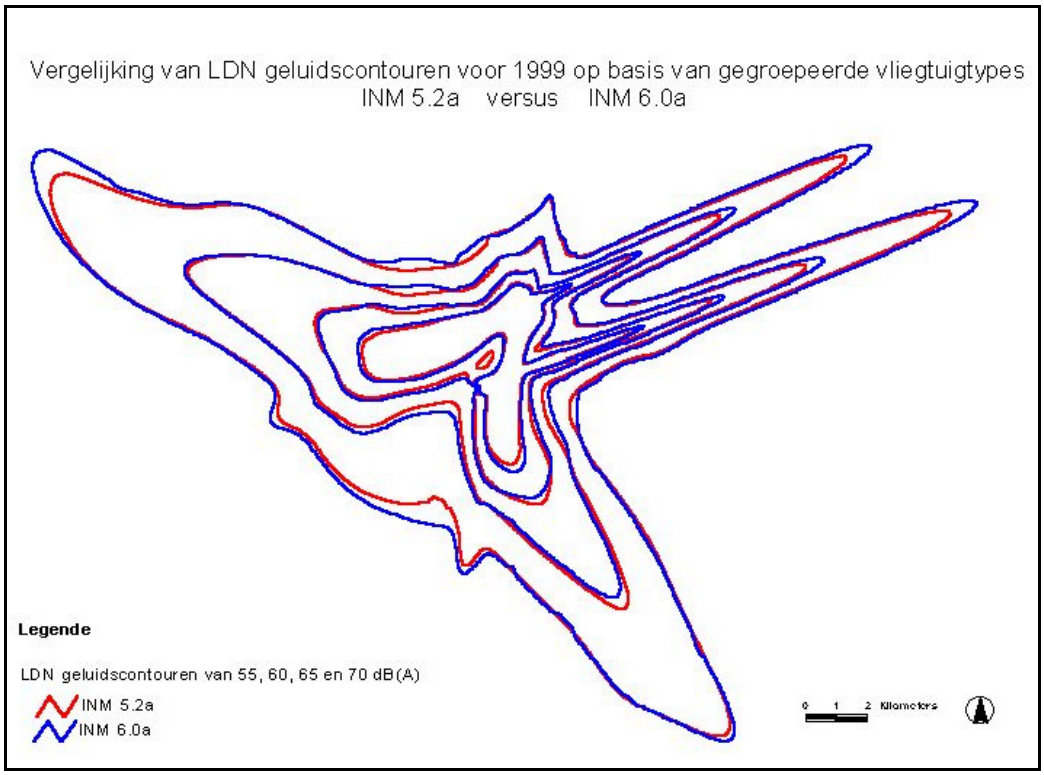


Schéma 13 Comparaison des simulations avec INM 5.2a et INM 6.0a

Nouvelle répartition en groupe des types d'avions

Comme explicité à l'Annexe 3 du présent rapport, les types d'avions servant à dessiner les nouvelles tracks sont groupés différemment que l'année dernière. Cela montre la situation actuelle des routes de départ à l'aéroport et n'a rien à voir avec les dernières techniques en date pour le calcul des contours. La comparabilité avec les contours précédents reste donc parfaite après cette intervention.

Utilisation du vent de face réel

Pour la première fois, le vent de face réel moyen a été utilisé pour le calcul de contours officiels. Ces données n'apparaissent donc pas dans les rapports d'étude des années précédentes. Bien que cela représente une amélioration du modèle, les modifications dues aux données météorologiques ne sont que peu remarquables et ne compromettent en rien la comparabilité.

Utilisation des dernières données démographiques

Pour le calcul du nombre d'habitants à l'intérieur des contours 2001, les dernières données démographiques en date (1 janvier 2001) ont été utilisées. Pour éliminer ce facteur démographique de la comparaison de ces chiffres avec ceux de l'année dernière, il a été décidé de faire les calculs avec les données démographiques de 1997 et de les joindre aux tableaux de l'Annexe 6 .

Annexe 5 Résultats des calculs de contours 2001

Superficies par zones de contour $L_{Aeq,jour}$, $L_{Aeq,nuit}$, L_{DN}, L_{night}, $L_{den(19-23-07h)}$

Tableau 5: Superficies par zone de contour $L_{Aeq,jour}$ et par commune pour 2001

Superficie(ha)	**Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A) (jour 06-23h, VLAREM)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	520	293	25	0	0	***838***
EVERE	322	0	0	0	0	***322***
GRIMBERGEN	86	0	0	0	0	***86***
HAACHT	97	0	0	0	0	***97***
HERENT	279	24	0	0	0	***303***
KAMPENHOUT	212	35	0	0	0	***247***
KORTENBERG	302	247	83	14	0	***646***
KRAAINEM	20	0	0	0	0	***20***
LEUVEN	1	0	0	0	0	***1***
MACHELEN	276	316	245	106	23	***967***
SCHAERBEEK	24	0	0	0	0	***24***
STEENOKKERZEEL	501	311	187	110	136	***1 243***
VILVOORDE	374	8	0	0	0	***382***
WEZEMBEEK-OPPEM	52	0	0	0	0	***52***
ZAVENTEM	495	130	41	21	21	***707***
Total final	***3 559***	***1 364***	***580***	***251***	***179***	***5 934***

Tableau 6: Superficies par zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et par commune pour 2001

Superficie(ha)	**Zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ en dB(A) (nuit 23-06h, VLAREM)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	350	81	0	0	0	***431***
HERENT	6	0	0	0	0	***6***
KAMPENHOUT	164	22	0	0	0	***186***
KORTENBERG	224	65	10	0	0	***298***
MACHELEN	241	280	168	42	8	***739***
STEENOKKERZEEL	299	210	128	79	109	***826***
VILVOORDE	99	0	0	0	0	***99***
ZAVENTEM	454	192	58	20	17	***740***
Total final	***1 837***	***850***	***363***	***141***	***134***	***3 325***

Tableau 7: Superficies par zone de contour L_{DN} et par commune pour 2001

Superficies(ha)	**Zone de contour L_{DN} en dB(A) (nuit 23-06h, VLAREM)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	380	476	127	1	0	***985***
EVERE	218	0	0	0	0	***218***
GRIMBERGEN	913	0	0	0	0	***913***
HAACHT	197	0	0	0	0	***197***
HERENT	331	93	0	0	0	***423***
KAMPENHOUT	463	197	34	0	0	***694***
KORTENBERG	336	269	130	29	1	***765***
KRAAINEM	34	0	0	0	0	***34***
LEUVEN	85	0	0	0	0	***85***
MACHELEN	235	248	289	216	78	***1 065***
MEISE	292	0	0	0	0	***292***
SCHAERBEEK	3	0	0	0	0	***3***
STEENOKKERZEEL	524	370	245	152	218	***1 508***
TERVUREN	3	0	0	0	0	***3***
VILVOORDE	364	271	0	0	0	***635***
WEMMEL	164	0	0	0	0	***164***
WEZEMBEEK-OPPEM	145	0	0	0	0	***145***
ZAVENTEM	947	530	202	60	42	***1 781***
Total final	***5 633***	***2 454***	***1 028***	***458***	***338***	***9 911***

Tableau 8: Superficies par zone de contour L_{night} et par commune pour 2001

Superficies(ha)	**Zone de contour L_{night} en dB(A) (nuit 23-07h, UE)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	348	77	0	0	0	***425***
HERENT	7	0	0	0	0	***7***
KAMPENHOUT	156	18	0	0	0	***174***
KORTENBERG	223	64	9	0	0	***296***
MACHELEN	248	285	159	40	7	***740***
STEENOKKERZEEL	299	210	127	78	106	***820***
VILVOORDE	83	0	0	0	0	***83***
ZAVENTEM	443	174	51	19	16	***702***
Total final	***1 805***	***828***	***347***	***137***	***129***	***3 246***

Tableau 9: Superficies par zone de contour $L_{den,23\text{-}07h}$ et par commune pour 2001

Superficie(ha)	**Zone de contour L_{den} en dB(A) (soirée 19-23h, nuit 23-07h, UE)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	313	554	168	8	0	***1 043***
EVERE	429	5	0	0	0	***434***
GRIMBERGEN	990	67	0	0	0	***1 057***
HAACHT	266	0	0	0	0	***266***
HERENT	336	165	0	0	0	***501***
KAMPENHOUT	520	224	46	0	0	***789***
KORTENBERG	353	271	171	41	4	***841***
KRAAINEM	113	0	0	0	0	***114***
LEUVEN	181	0	0	0	0	***181***
MACHELEN	208	250	293	241	99	***1 090***
MEISE	427	0	0	0	0	***427***
ROTSELAAR	27	0	0	0	0	***27***
SCHAERBEEK	50	0	0	0	0	***50***
STEENOKKERZEEL	532	404	263	168	236	***1 603***
TERVUREN	38	0	0	0	0	***38***
VILVOORDE	315	363	4	0	0	***682***
WEMMEL	193	0	0	0	0	***193***
WEZEMBEEK-OPPEM	203	3	0	0	0	***206***
WOLUWE-SAINT-LAMBERT	56	0	0	0	0	***56***
ZAVENTEM	1 193	560	219	65	45	***2 082***
Total final	***6 744***	***2 867***	***1 164***	***523***	***383***	***11 681***

Habitants par zone de contour $L_{Aeq,jour}$, $L_{Aeq,nuit}$, L_{DN}, L_{night}, $L_{den(19-23-07h)}$

Tableau 10: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{Aeq,jour}$ et par commune en 2001

Nombre d'habitants	**Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A) (jour 06-23h, VLAREM)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	675	3 233	246	0	0	***4 154***
EVERE	17 528	0	0	0	0	***17 528***
GRIMBERGEN	1 428	0	0	0	0	***1 428***
HAACHT	204	0	0	0	0	***204***
HERENT	658	5	0	0	0	***663***
KAMPENHOUT	677	141	0	0	0	***818***
KORTENBERG	1 816	670	67	4	0	***2 557***
KRAAINEM	43	0	0	0	0	***43***
LEUVEN	1	0	0	0	0	***1***
MACHELEN	3 019	4 091	2 975	229	0	***10 314***
SCHAERBEEK	2 468	0	0	0	0	***2 468***
STEENOKKERZEEL	3 465	1 740	208	5	4	***5 422***
VILVOORDE	5 257	18	0	0	0	***5 276***
WEZEMBEEK-OPPEM	991	0	0	0	0	***991***
ZAVENTEM	3 034	637	6	0	0	***3 677***
Total final	***41 264***	***10 536***	***3 502***	***238***	***4***	***55 543***

Tableau 11: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et par commune en 2001

Nombre d'habitants	**Zone de contout $L_{Aeq,nuit}$ en dB(A) (nuit 23-06h, VLAREM)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	2 043	856	0	0	0	***2 899***
HERENT	1	0	0	0	0	***1***
KAMPENHOUT	524	116	0	0	0	***640***
KORTENBERG	530	36	3	0	0	***568***
MACHELEN	3 209	3 908	1 167	11	0	***8 295***
STEENOKKERZEEL	1 859	450	136	2	1	***2 448***
VILVOORDE	513	0	0	0	0	***513***
ZAVENTEM	4 209	293	37	0	0	***4 540***
Total final	***12 887***	***5 659***	***1 343***	***13***	***2***	***19 904***

Tableau 12: Nombre d'habitants par zone de contour L_{DN} et par commune en 2001

Nombre d'habitants	**Zone de contour L_{DN} en dB(A) (nuit 23-06h, VLAREM)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	4 012	2 068	1 686	6	0	***7 771***
EVERE	11 866	0	0	0	0	***11 866***
GRIMBERGEN	16 050	0	0	0	0	***16 050***
HAACHT	297	0	0	0	0	***297***
HERENT	889	29	0	0	0	***918***
KAMPENHOUT	1 424	639	139	0	0	***2 202***
KORTENBERG	1 922	944	199	8	0	***3 074***
KRAAINEM	113	0	0	0	0	***113***
LEUVEN	163	0	0	0	0	***163***
MACHELEN	1 762	3 253	3 944	2 244	38	***11 241***
MEISE	2 197	0	0	0	0	***2 197***
SCHAERBEEK	118	0	0	0	0	***118***
STEENOKKERZEEL	3 501	2 799	824	164	6	***7 294***
TERVUREN	45	0	0	0	0	***45***
VILVOORDE	8 593	3 454	0	0	0	***12 047***
WEMMEL	1 300	0	0	0	0	***1 300***
WEZEMBEEK-OPPEM	2 149	0	0	0	0	***2 149***
ZAVENTEM	11 769	4 869	367	39	1	***17 045***
Total final	***68 171***	***18 056***	***7 159***	***2 461***	***45***	***95 891***

Tableau 13: Nombre d'habitants par zone de contour L_{night} et par commune en 2001

Nombre d'habitants	**Zone de contour L_{night} en dB(A) (nuit 23-07h, UE)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	2 191	807	0	0	0	***2 999***
HERENT	1	0	0	0	0	***1***
KAMPENHOUT	489	108	0	0	0	***596***
KORTENBERG	520	34	3	0	0	***557***
MACHELEN	3 338	3 944	946	8	0	***8 237***
STEENOKKERZEEL	1 854	442	124	2	1	***2 424***
VILVOORDE	373	0	0	0	0	***373***
ZAVENTEM	3 828	263	23	0	0	***4 114***
Total final	***12 595***	***5 597***	***1 096***	***10***	***2***	***19 300***

Tableau 14: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{DEN,23\text{-}07h}$ et par commune en 2001

Nombre d'habitants	**Zone de contour L_{den} en dB(A) (soirée 19-23h, nuit 23-07h, UE)**					
Commune	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**>75**	***Total***
BRUXELLES	4 824	1 853	2 287	38	0	***9 003***
EVERE	26 387	230	0	0	0	***26 617***
GRIMBERGEN	17 438	1 140	0	0	0	***18 578***
HAACHT	380	1	0	0	0	***380***
HERENT	769	294	0	0	0	***1 063***
KAMPENHOUT	1 545	717	171	0	0	***2 434***
KORTENBERG	1 876	1 162	321	11	1	***3 371***
KRAAINEM	1 823	0	0	0	0	***1 824***
LEUVEN	398	0	0	0	0	***398***
MACHELEN	1 582	3 306	3 932	2 761	62	***11 643***
MEISE	4 249	0	0	0	0	***4 249***
ROTSELAAR	27	0	0	0	0	***27***
SCHAERBEEK	7 270	0	0	0	0	***7 270***
STEENOKKERZEEL	3 328	3 173	1 117	185	9	***7 812***
TERVUREN	798	0	0	0	0	***798***
VILVOORDE	8 175	5 358	8	0	0	***13 541***
WEMMEL	1 482	0	0	0	0	***1 482***
WEZEMBEEK-OPPEM	3 573	43	0	0	0	***3 616***
WOLUWE-SAINT-LAMBERT	432	0	0	0	0	***432***
ZAVENTEM	14 667	5 274	547	46	1	***20 534***
Total final	***101 023***	***22 552***	***8 384***	***3 041***	***73***	***135 073***

Nombre d'habitants potentiellement fort gênés par zone de contour L_{DN}

Tableau 15: Nombre d'habitants potentiellement fort gênés par zone de contour L_{DN} et par commune pour 2001

Nbre d'hab. potentiellement fort gênés	Zone de contour L_{DN} en dB(A)					
Commune	**55-59**	**60-64**	**65-69**	**70-74**	**>75**	**Total**
BRUXELLES	618	617	704	3	0	***1 943***
EVERE	1 630	0	0	0	0	***1 630***
GRIMBERGEN	2 544	0	0	0	0	***2 544***
HAACHT	46	0	0	0	0	***46***
HERENT	150	7	0	0	0	***158***
KAMPENHOUT	227	176	58	0	0	***461***
KORTENBERG	317	263	81	5	0	***665***
KRAAINEM	15	0	0	0	0	***15***
LEUVEN	21	0	0	0	0	***21***
MACHELEN	301	928	1 721	1 330	30	***4 310***
MEISE	295	0	0	0	0	***295***
SCHAERBEEK	14	0	0	0	0	***14***
STEENOKKERZEEL	588	779	347	101	5	***1 820***
TERVUREN	6	0	0	0	0	***6***
VILVOORDE	1 462	831	0	0	0	***2 293***
WEMMEL	181	0	0	0	0	***181***
WEZEMBEEK-OPPEM	296	0	0	0	0	***296***
ZAVENTEM	1 849	1 346	156	23	0	***3 374***
Total final	***10 562***	***4 946***	***3 067***	***1 462***	***37***	***20 073***

Annexe 6 Evolution des surfaces et habitants 1996-2001

Evolution des surfaces par zone de contour $L_{Aeq,jour}$, $L_{Aeq,nuit}$, L_{DN}, L_{night}, $L_{den(19-23-07h)}$

Tableau 16: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2001)

Superficie (ha)	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					
Année	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
1996*	5 751	2 161	1 085	513	492	*10 105*
1997*	5 166	1 991	939	434	421	*9 032*
1998*	4 566	2 082	909	417	397	*8 371*
1999*	4 645	1 916	809	396	359	*8 126*
2000*	3 519	1 445	608	299	236	*6 107*
1999**	**5 291**	**2 167**	**857**	**405**	**355**	***9 075***
2000**	**4 206**	**1 601**	**664**	**311**	**224**	***7 007***
2001**	**3 559**	**1 364**	**580**	**251**	**179**	***5 934***

* calculé avec INM 5.2a / ** **calculé avec INM version 6**

Schéma 14 Evolution de la surface à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2001)

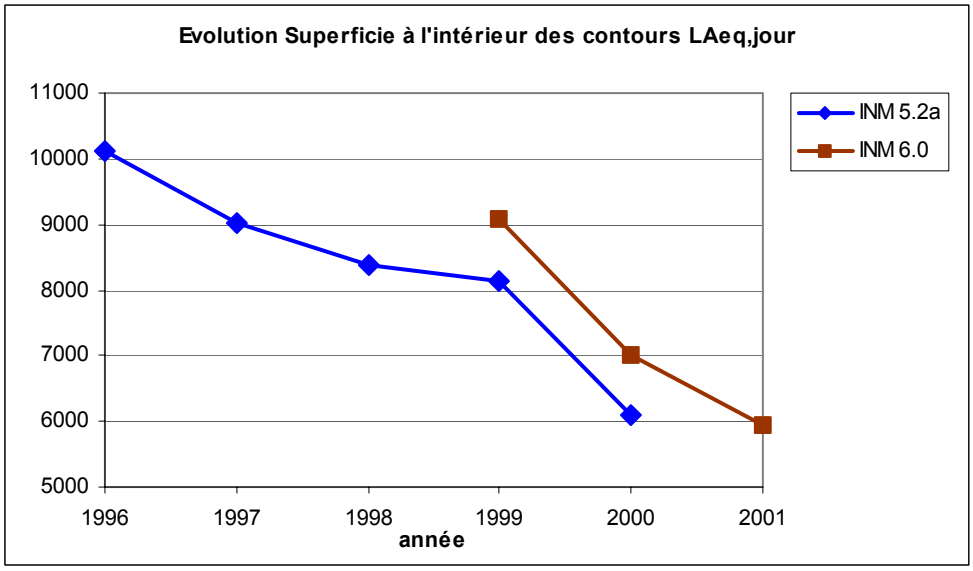


Tableau 17: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2001)

Superficie (ha)	Zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et dB(A)					
Année	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
1996*	2 113	838	381	163	160	*3 655*
1997*	2 495	1 026	446	172	165	*4 304*
1998*	2 733	1 087	482	193	165	*4 659*
1999*	2 907	1 182	504	206	193	*4 992*
2000*	2 211	976	392	162	160	*3 901*
1999**	**2 629**	**1 142**	**572**	**213**	**183**	***4 739***
2000**	**2 134**	**1 028**	**469**	**175**	**160**	***3 966***
2001**	**1 837**	**850**	**363**	**141**	**134**	***3 325***

* calculé avec INM 5.2a / ** **calculé avec INM versie 6**

Schéma 15 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2001)

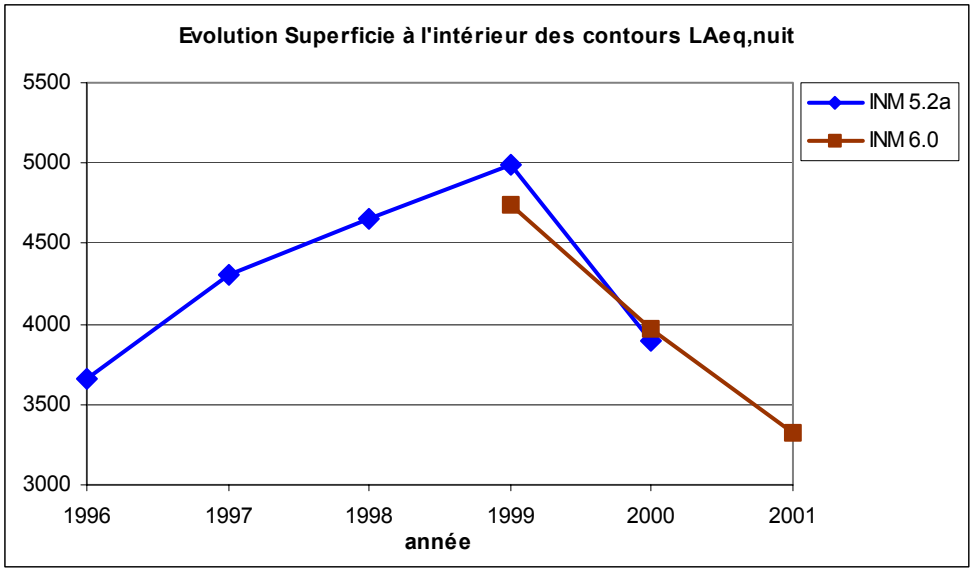


Tableau 18: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2001)

Superficie (ha)	Zone de contour L_{DN} en dB(A)					
Année	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
1996*	7 650	3 045	1 412	623	551	*13 281*
1997*	8 503	3 258	1 449	616	528	*14 353*
1998*	8 121	3 510	1 492	644	538	*14 305*
1999*	8 332	3 615	1 522	651	545	*14 664*
2000*	6 749	2 828	1 201	508	408	*11 693*
1999**	**9 052**	**3 597**	**1 505**	**722**	**547**	***15 423***
2000**	**7 359**	**2 867**	**1 266**	**588**	**420**	***12 500***
2001**	**5 633**	**2 454**	**1 028**	**458**	**338**	***9 911***

* calculé avec INM 5.2a / ** **calculé avec INM version 6**

Schéma 16 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2001)

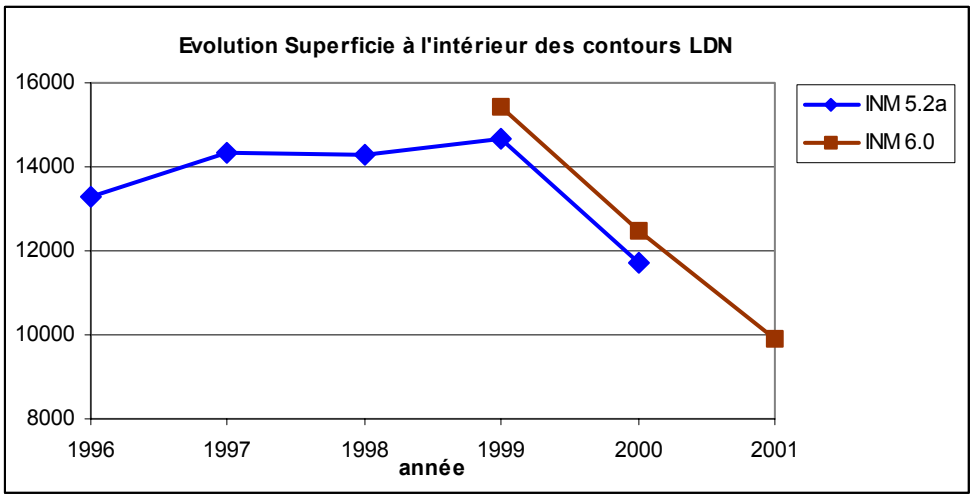


Tableau 19: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{night} (2000-2001)

Superficie (ha)	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					
Année	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
2000	2 045	1 013	444	167	154	*3 823*
2001	1 805	828	347	137	129	*3 246*

Calculé avec INM version 6

Tableau 20: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{den(19-23-07h)}$ (2000-2001)

Superficie (ha)	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					
Année	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
2000	8 979	3 386	1 431	667	481	*14 943*
2001	6 744	2 867	1 164	523	383	*11 681*

Calculé avec INM version 6

Evolution du nombre d'habitants par zone de contour $L_{Aeq,jour}$, $L_{Aeq,nuit}$, L_{DN}, L_{night}, $L_{den(19-23-07h)}$

Tableau 21: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2001)

Nbre d'habitants	Données	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					
Année	démographique	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
1996*	1jan1997	99 214	17 932	9 175	1 379	110	*129 325*
1997*	1jan1997	98 396	16 756	7 490	1 341	83	*124 066*
1998*	1jan1997	70 240	15 853	8 606	1 209	73	*95 981*
1999*	1jan1997	65 524	13 416	6 231	1 204	70	*86 445*
2000*	1jan1997	36 842	11 352	3 633	468	5	*52 300*
1999**	**1jan1997**	**83 788**	**15 993**	**6 658**	**1 159**	**76**	***107 674***
2000**	**1jan1997**	**49 887**	**11 760**	**3 867**	**521**	**6**	***66 040***
2001**	**1jan1997**	**39 029**	**9 944**	**3 349**	**264**	**4**	***52 591***
1999**	**1jan1999**	**85 478**	**16 475**	**6 866**	**1 165**	**67**	***110 051***
2000**	**1jan2000**	**51 834**	**12 217**	**4 002**	**503**	**6**	***68 562***
2001**	**1jan2001**	**41 264**	**10 536**	**3 502**	**238**	**4**	***55 543***

* calculé avec INM 5.2a / ** **calculé avec INM version 6**

Schéma 17 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2001)

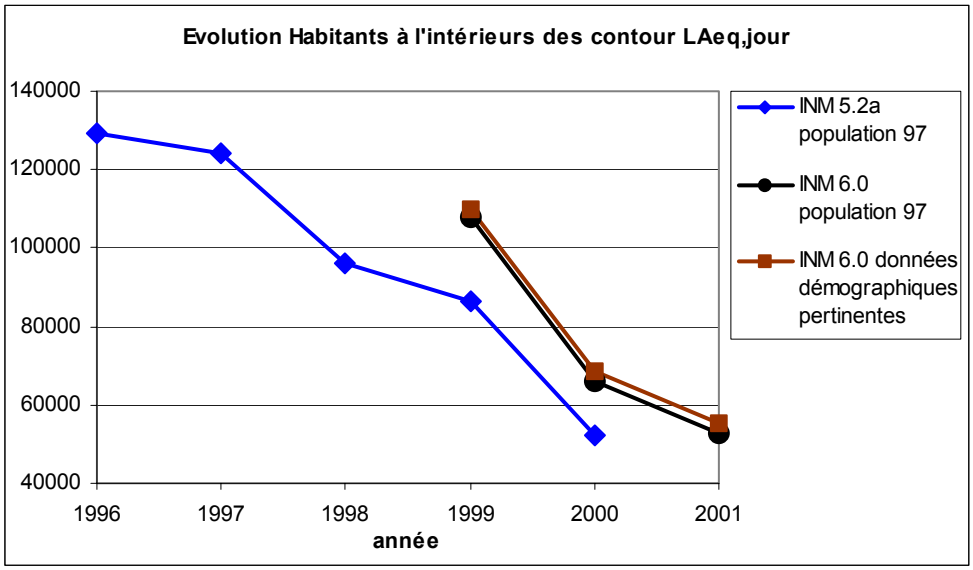


Tableau 22: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2001)

Nbre d'habitants	Données	Zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ en dB(A)					
Année	démographique	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
1996*	1jan1997	17 216	5 366	1 995	42	0	*24 619*
1997*	1jan1997	22 180	7 916	1 575	20	0	*31 691*
1998*	1jan1997	22 818	9 637	853	31	0	*33 339*
1999*	1jan1997	25 131	10 474	1 652	104	2	*37 364*
2000*	1jan1997	16 546	7 506	661	46	2	*24 761*
1999**	**1jan1997**	**19 641**	**9 960**	**2 438**	**111**	**2**	***32 151***
2000**	**1jan1997**	**16 546**	**7 898**	**1 042**	**54**	**2**	***25 541***
2001**	**1jan1997**	**12 245**	**5 294**	**1 337**	**17**	**2**	***18 895***
1999**	**1jan1999**	**20 147**	**10 286**	**2 484**	**108**	**3**	***33 028***
2000**	**1jan2000**	**16 965**	**8 225**	**1 050**	**58**	**2**	***26 300***
2001**	**1jan2001**	**12 887**	**5 659**	**1 343**	**13**	**2**	***19 904***

* calculé avec INM 5.2a / ** **calculé avec INM version 6**

Schéma 18 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2001)

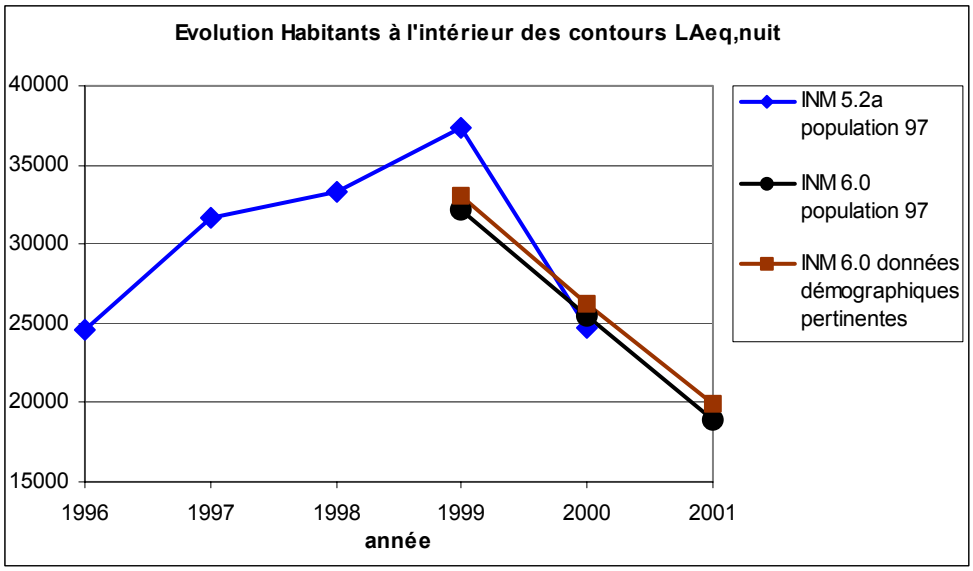


Tableau 23: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours L_{DN}(1996-2001)

Nbre d'habitants	Données	Zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ en dB(A)					
Année	démographiqu	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
1996*	1jan1997	100 094	29 529	11 463	3 518	174	*144 778*
1997*	1jan1997	116 046	30 818	11 697	3 442	177	*162 180*
1998*	1jan1997	89 986	33 475	13 557	3 001	145	*140 164*
1999*	1jan1997	90 306	33 850	13 304	3 372	224	*141 055*
2000*	1jan1997	70 329	20 374	9 629	1 862	82	*102 276*
1999**	**1jan1997**	**101 637**	**31 772**	**13 500**	**3 628**	**252**	***150 788***
2000**	**1jan1997**	**76 699**	**20 599**	**10 379**	**2 364**	**98**	***110 140***
2001**	**1jan1997**	**66 615**	**17 190**	**6 763**	**2 376**	**57**	***93 000***
1999**	**1jan1999**	**103 156**	**32 326**	**13 896**	**3 743**	**246**	***153 366***
2000**	**1jan2000**	**77 410**	**21 264**	**10 727**	**2 450**	**94**	***111 944***
2001**	**1jan2001**	**68 171**	**18 056**	**7 159**	**2 461**	**45**	***95 891***

* calculé avec INM 5.2a / ** **calculé avec INM version 6**

Schéma 19 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2001)

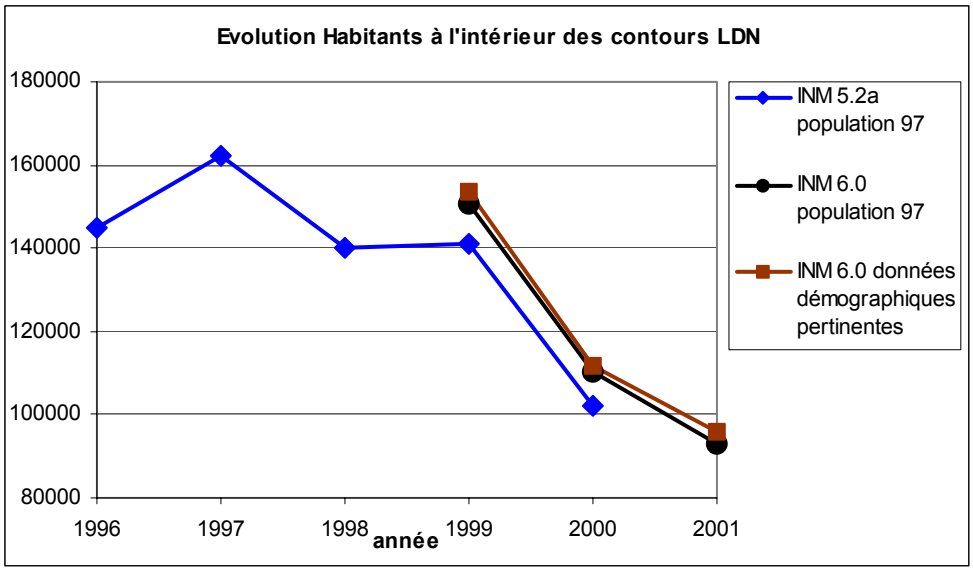


Tableau 24: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours L_{night} (2000-2001)

Nbre d'habitants	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					
Année	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
2000	17 012	7 697	929	36	2	*25 677*
2001	12 595	5 597	1 096	10	2	*19 300*

Calculé avec INM version 6

Tableau 25: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{den(19-23-07h)}$ (2000-2001)

Nbre d'habitants	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					
Année	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	*Total*
2000	122 005	26 108	12 512	3 295	139	*164 059*
2001	101 023	22 552	8 384	3 041	73	*135 073*

Calculé avec INM version 6

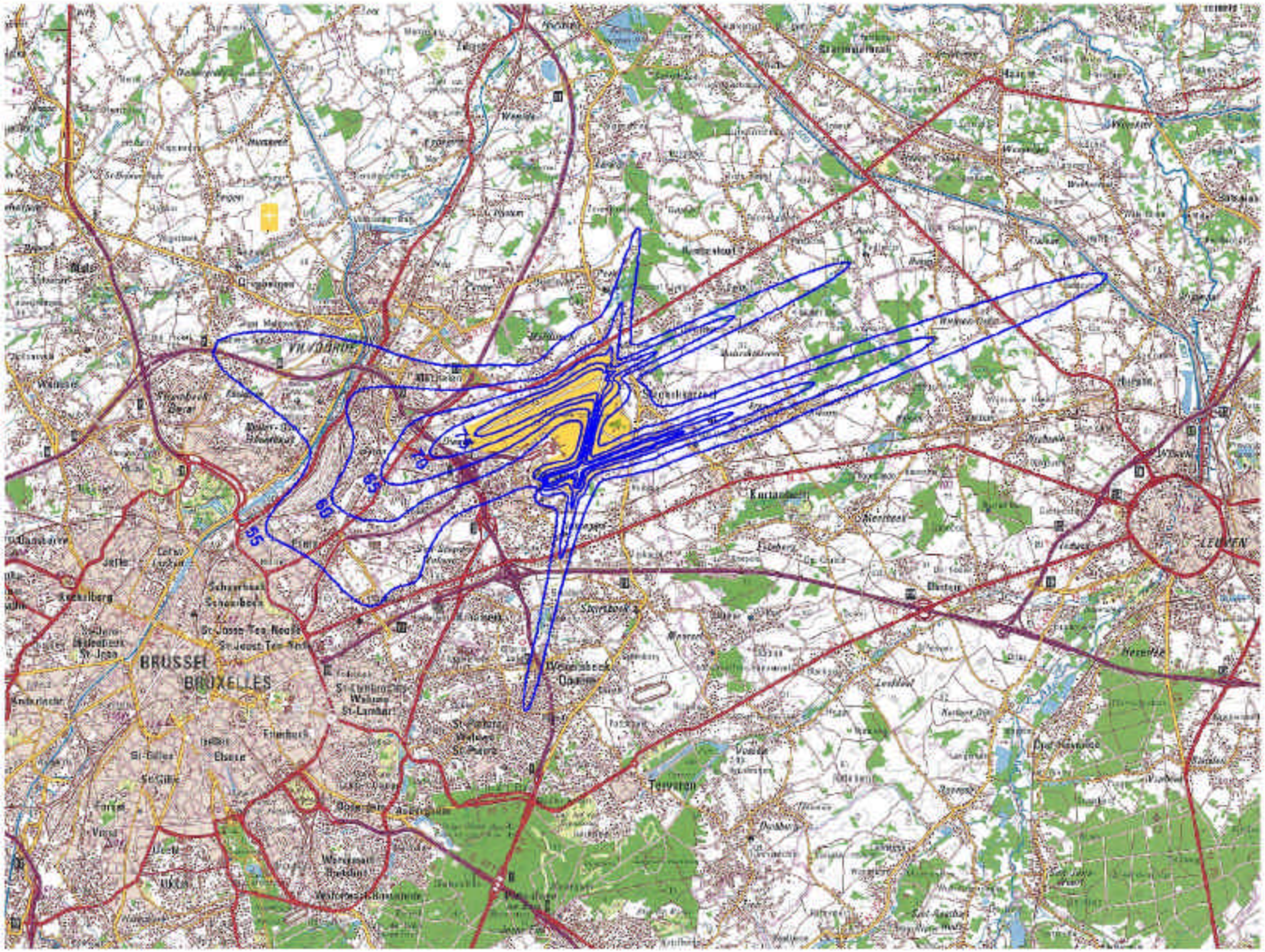
Annexe 7 Contours de bruit sur carte topographique, 2001

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2001, en surimpression sur une carte topographique
Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2001, en surimpression sur une carte topographique
Contours de bruit L_{DN} pour 2001, en surimpression sur une carte topographique
Contours de bruit L_{night} pour 2001, en surimpression sur une carte topographique
Contours de bruit $L_{den(19\text{-}23\text{-}07h)}$ pour 2001, en surimpression sur une carte topographique

$L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren voor 2001

Vlarem : dag 06.00u - 23.00u

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



Legende

$L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Meetposten

Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

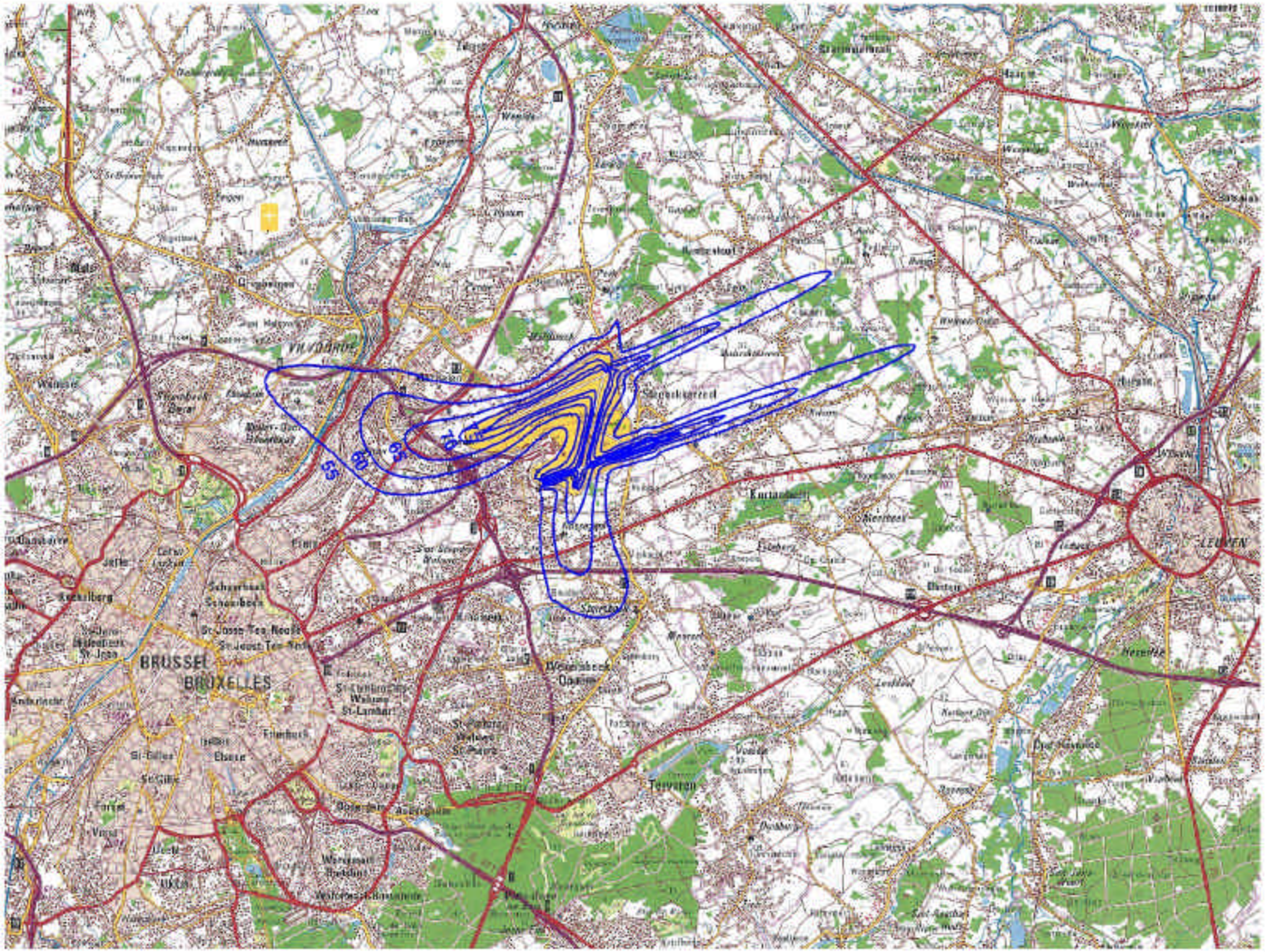
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF n.b.v. het rekenmodel INM 6.0c

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

$L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren voor 2001

Vlarem : nacht 23.00u - 06.00u

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



Legende

$L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Meetposten

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI
schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

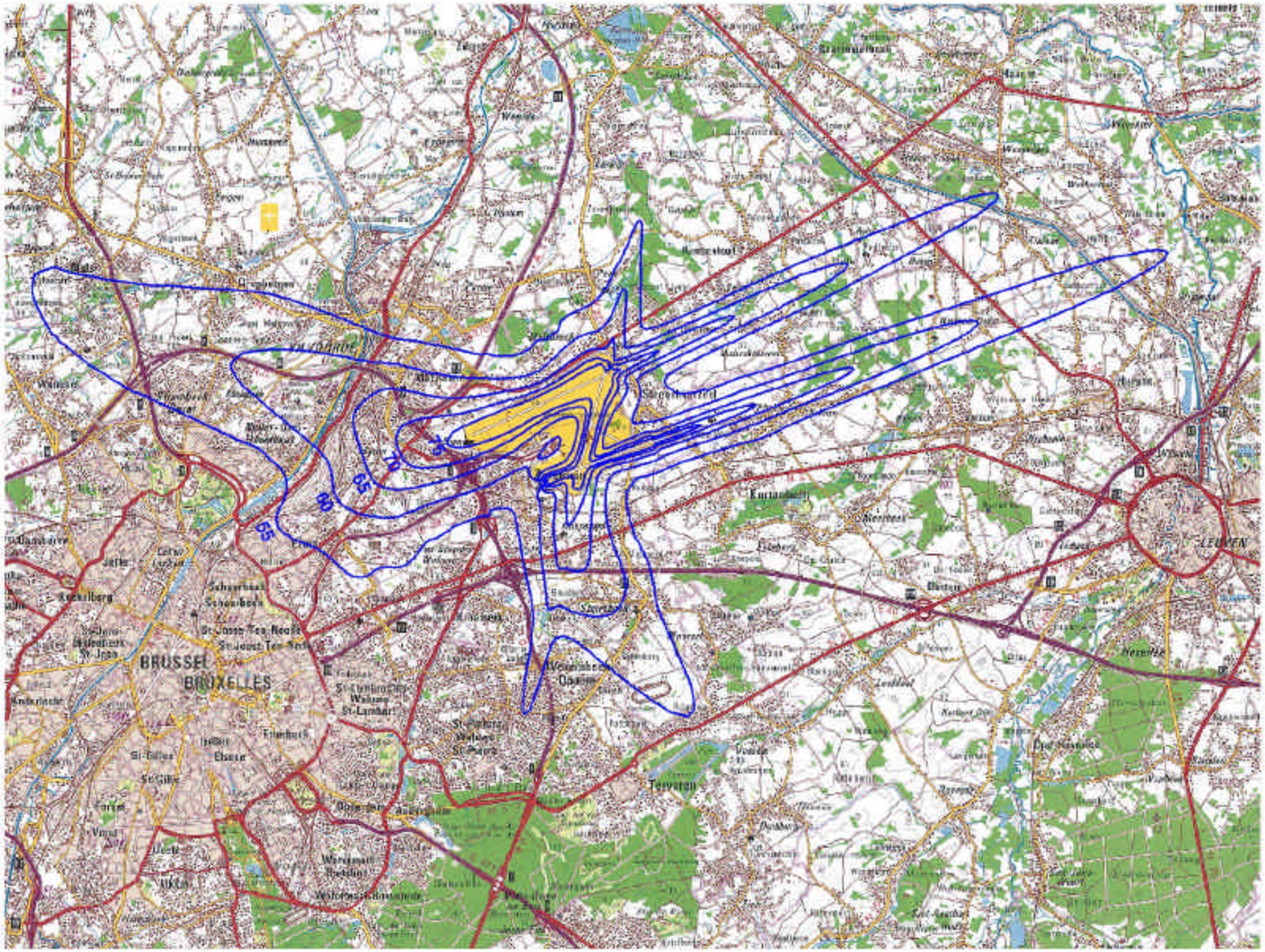
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF n.v.
het rekenmodel INM 6.0c

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

L_{DN} -geluidscontouren voor 2001

Vlarem : nacht 23.00u - 06.00u

L_{DN} - geluidscontouren
rond de luchthaven
Brussel - Nationaal
op een topografische kaart



Legende

L_{DN} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Meetposten

0 2 4 kilometers

Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

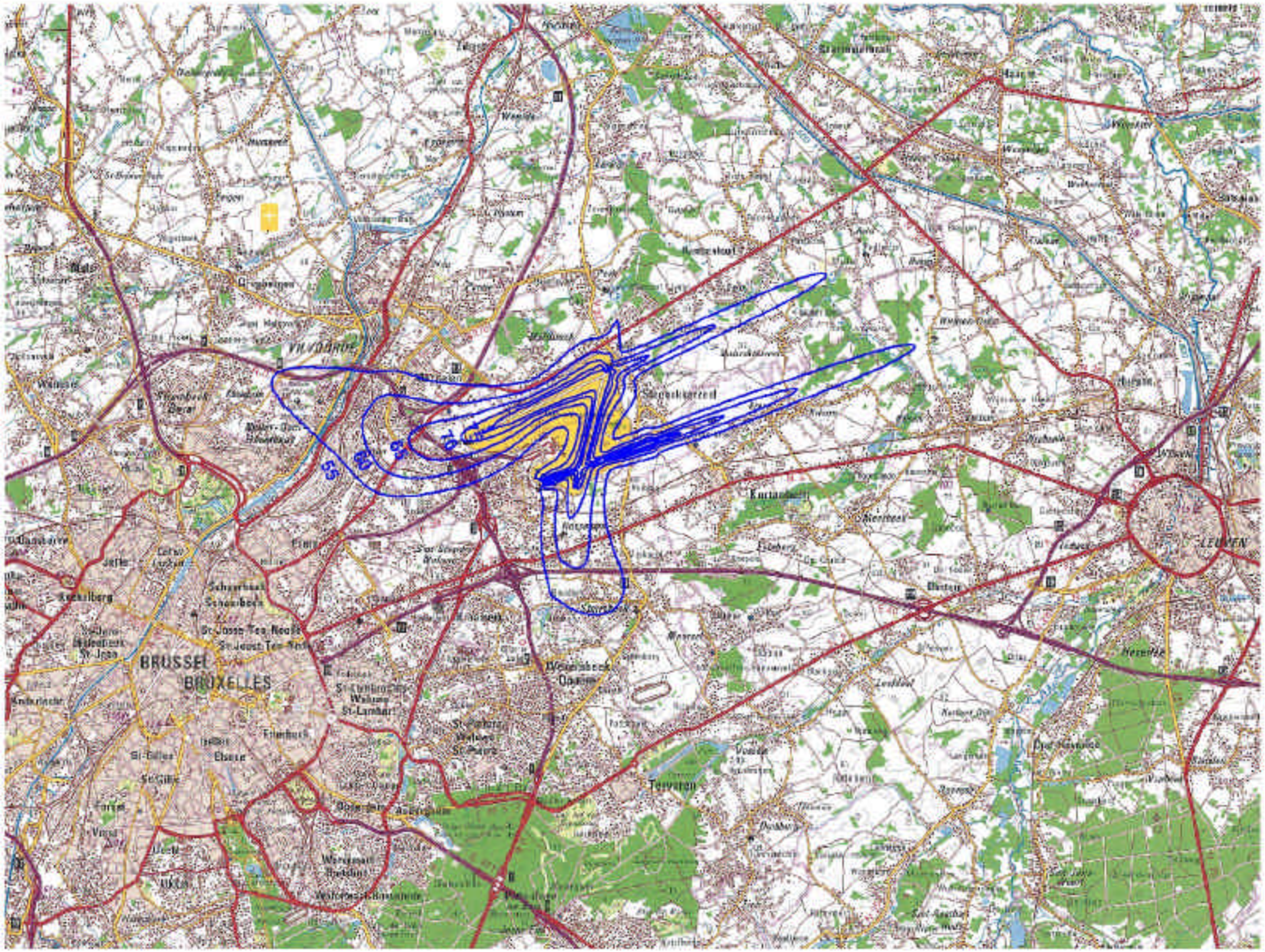
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF n.v.b.v. het rekenmodel INM 6.0c

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

L_{night} - geluidscontouren voor 2001

EU : nacht 23:00u - 07:00u

L_{night} -geluidscontouren
rond de luchthaven
Brussel - Nationaal
op een topografische kaart



Legende

L_{night} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Meetposten

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

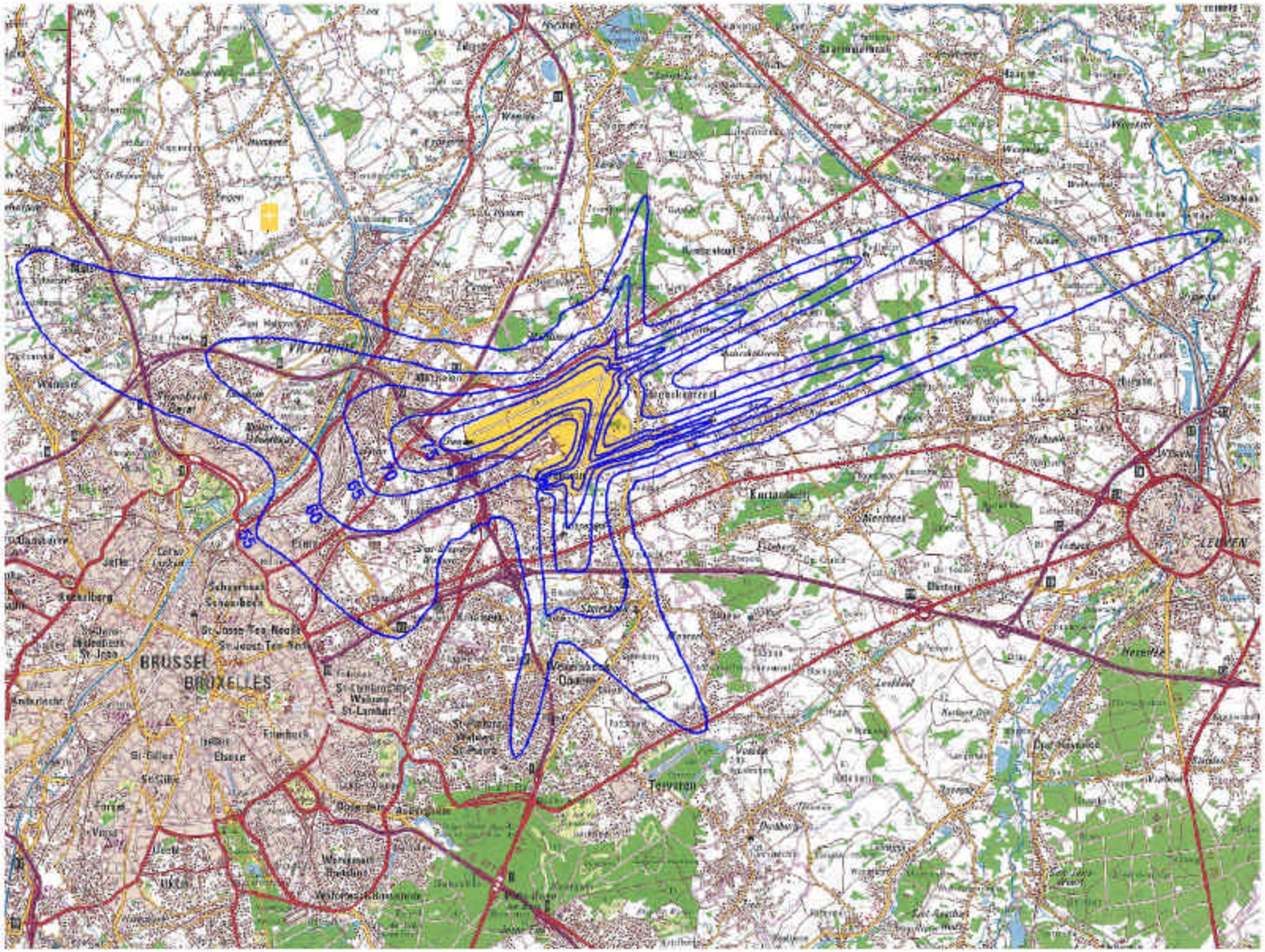
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF n.v.v. het rekenmodel INM 6.0c

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

L_{den} - geluidscontouren voor 2001

EU : avond 19:00u - 23:00u ; nacht 23.00u - 07.00u

L_{den} - geluidscontouren
rond de luchthaven
Brussel - Nationaal
op een topografische kaart



Legende

L_{den} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Meetposten

Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF n.v.v. het rekenmodel INM 6.0c

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

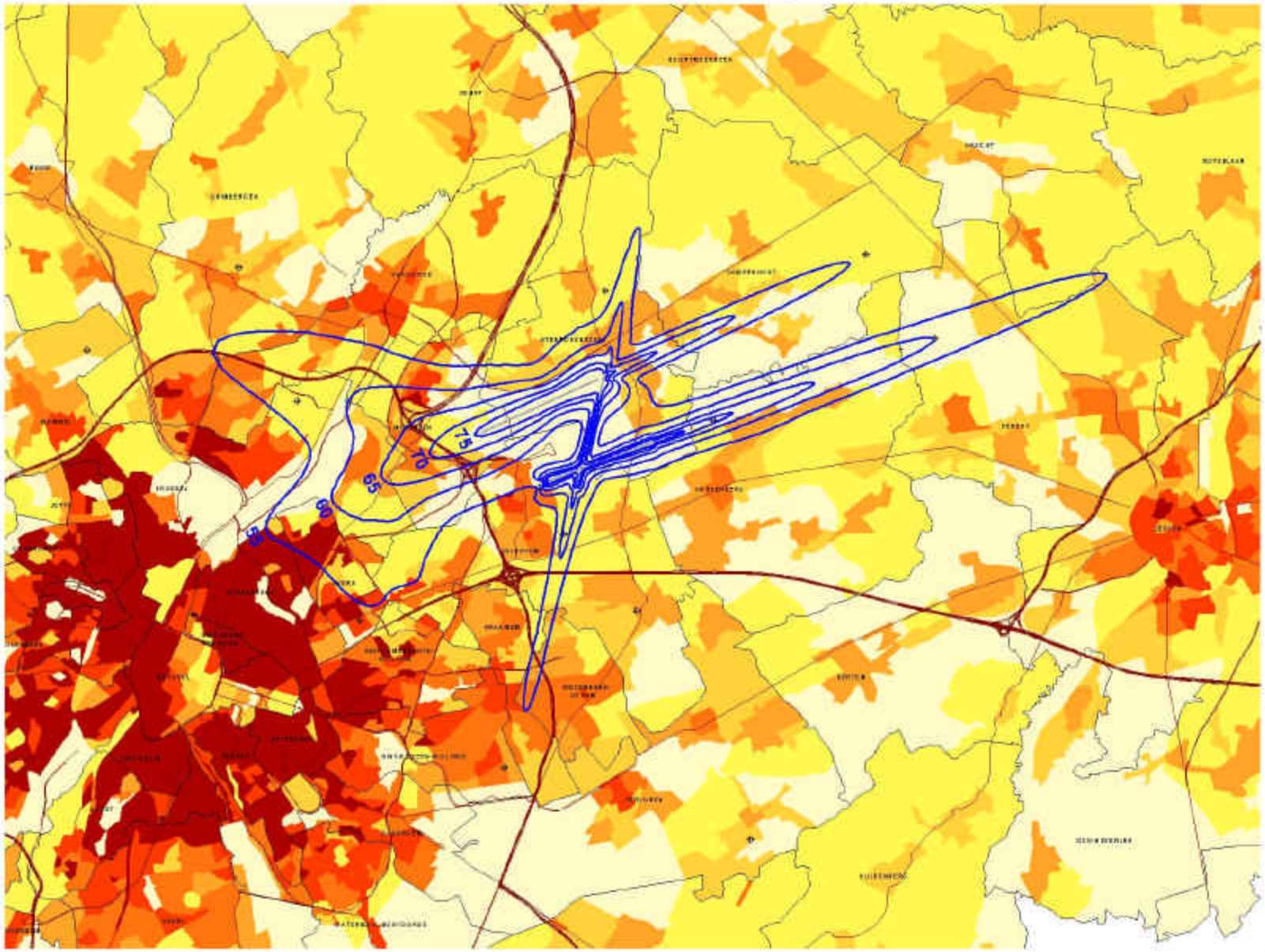
Annexe 8 Contours de bruit sur carte démographique, 2001

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2001, en surimpression sur une carte démographique
Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2001, en surimpression sur une carte démographique
Contours de bruit L_{DN} pour 2001, en surimpression sur une carte démographique
Contours de bruit L_{night} pour 2001, en surimpression sur une carte démographique
Contours de bruit $L_{den(19\text{-}23\text{-}07h)}$ pour 2001, en surimpression sur une carte démographique

$L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren voor 2001

Vlarem : dag 06.00u - 23.00u

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



Legende

$L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001 [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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0c

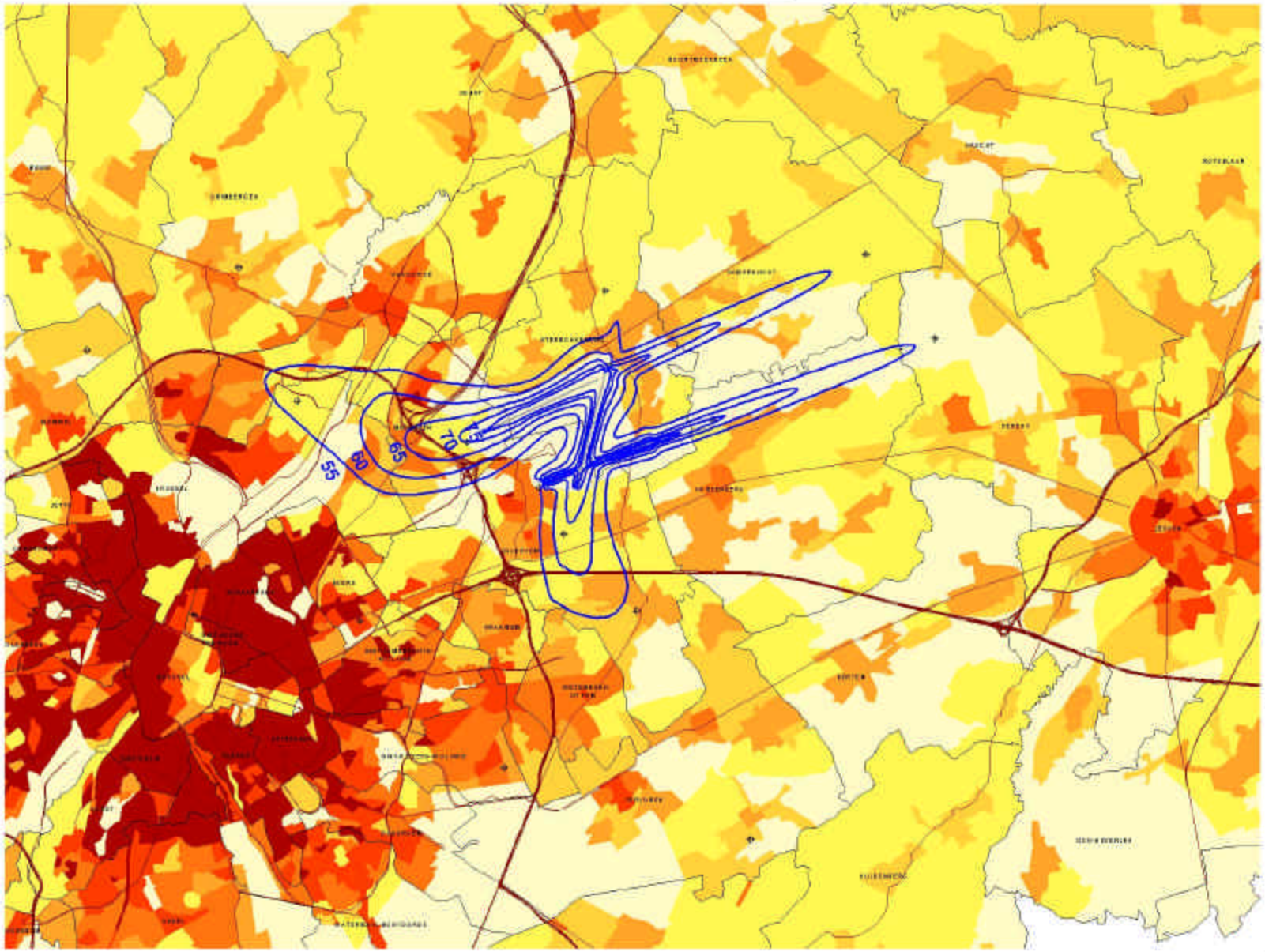
Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

$L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren voor 2001

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 2001
- Grens fusiegemeente
- Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001 [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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0c

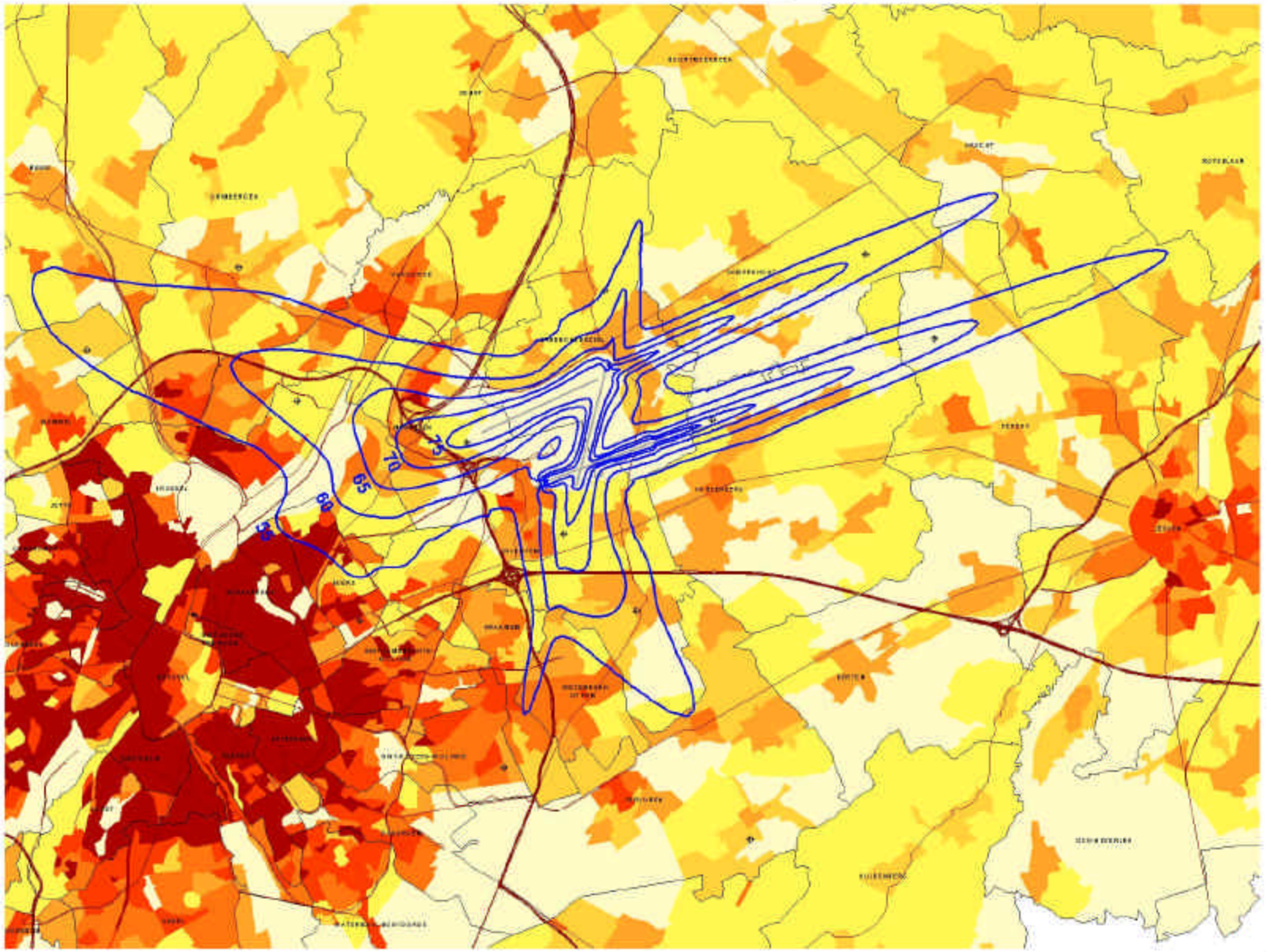
Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

L_{DN} -geluidscontouren voor 2001

Vlarem : nacht 23.00u - 06.00u

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



Legende

L_{DN} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001 [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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0c

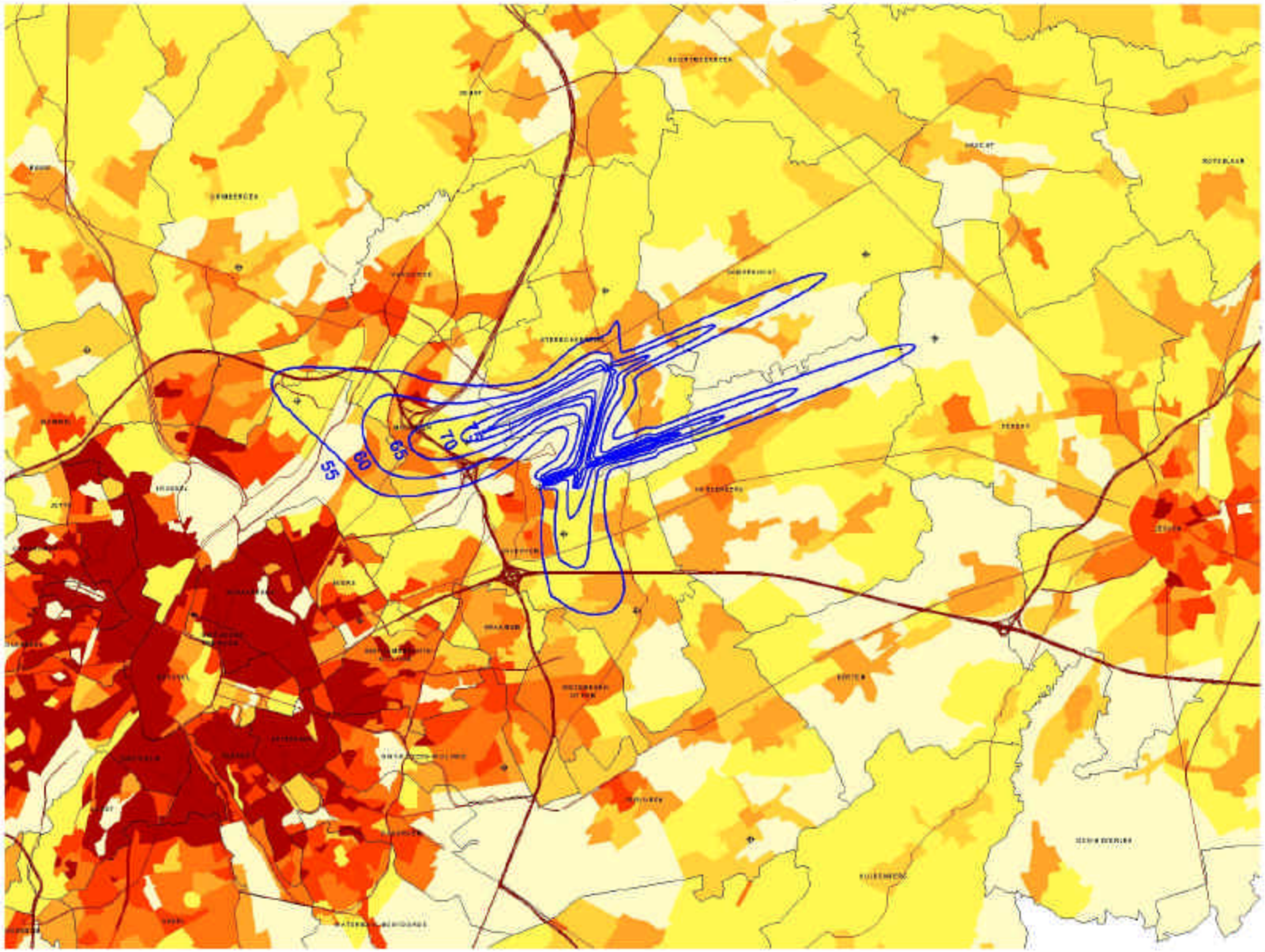
Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

L_{night} - geluidscontouren voor 2001

EU : nacht 23:00u - 07:00u

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



Legende

L_{night} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
[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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0c

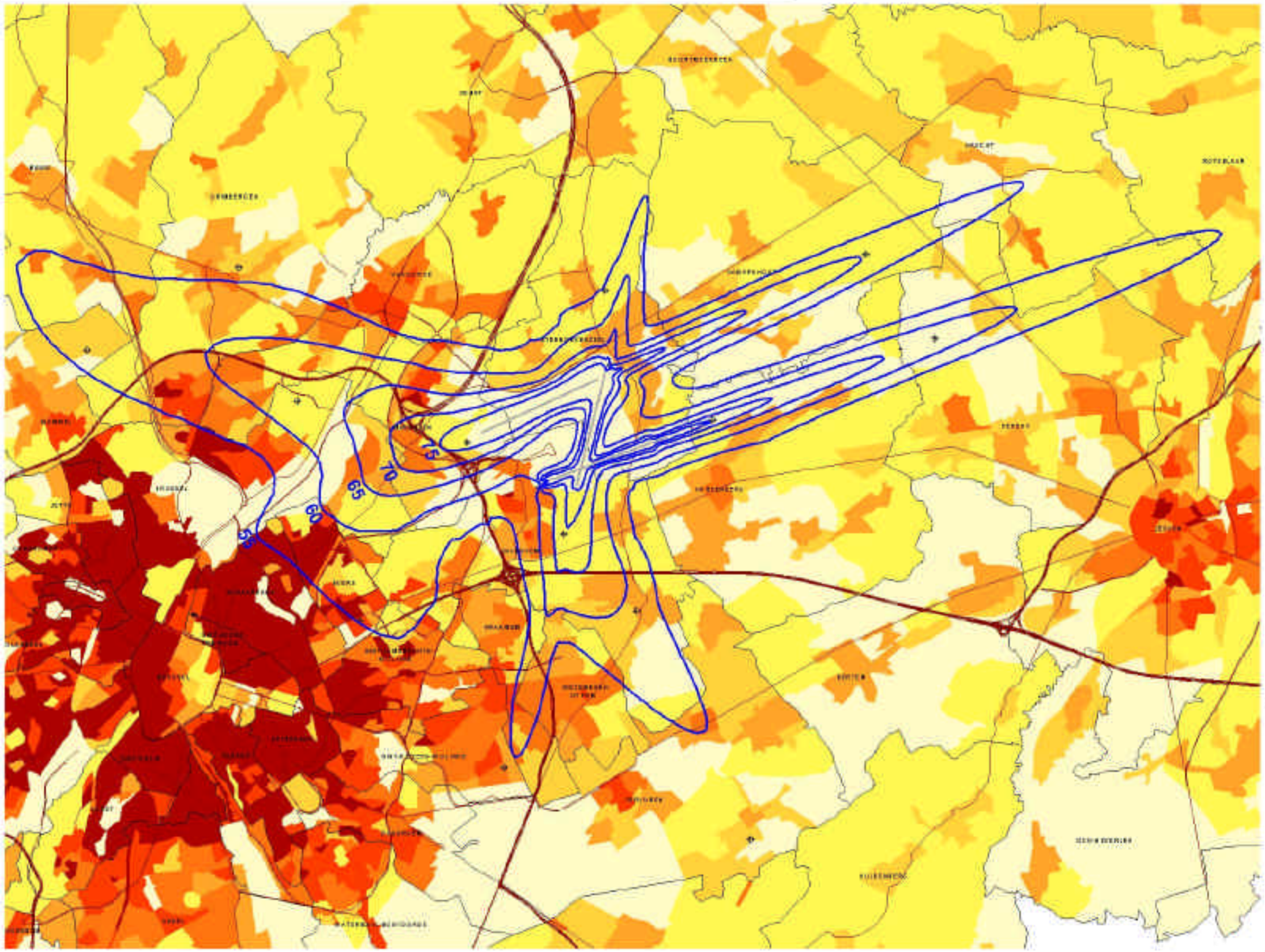
Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

L_{den} - geluidscontouren voor 2001

EU : avond 19:00u - 23:00u ; nacht 23.00u - 07.00u

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



Legende

L_{den} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001 [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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0c

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

Annexe 9 Cartes de contours de bruit, Evolution 2000 (rapport d'étude) - 2001

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2000 et 2001, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2000 et 2001, en surimpression sur une carte démographique 2001

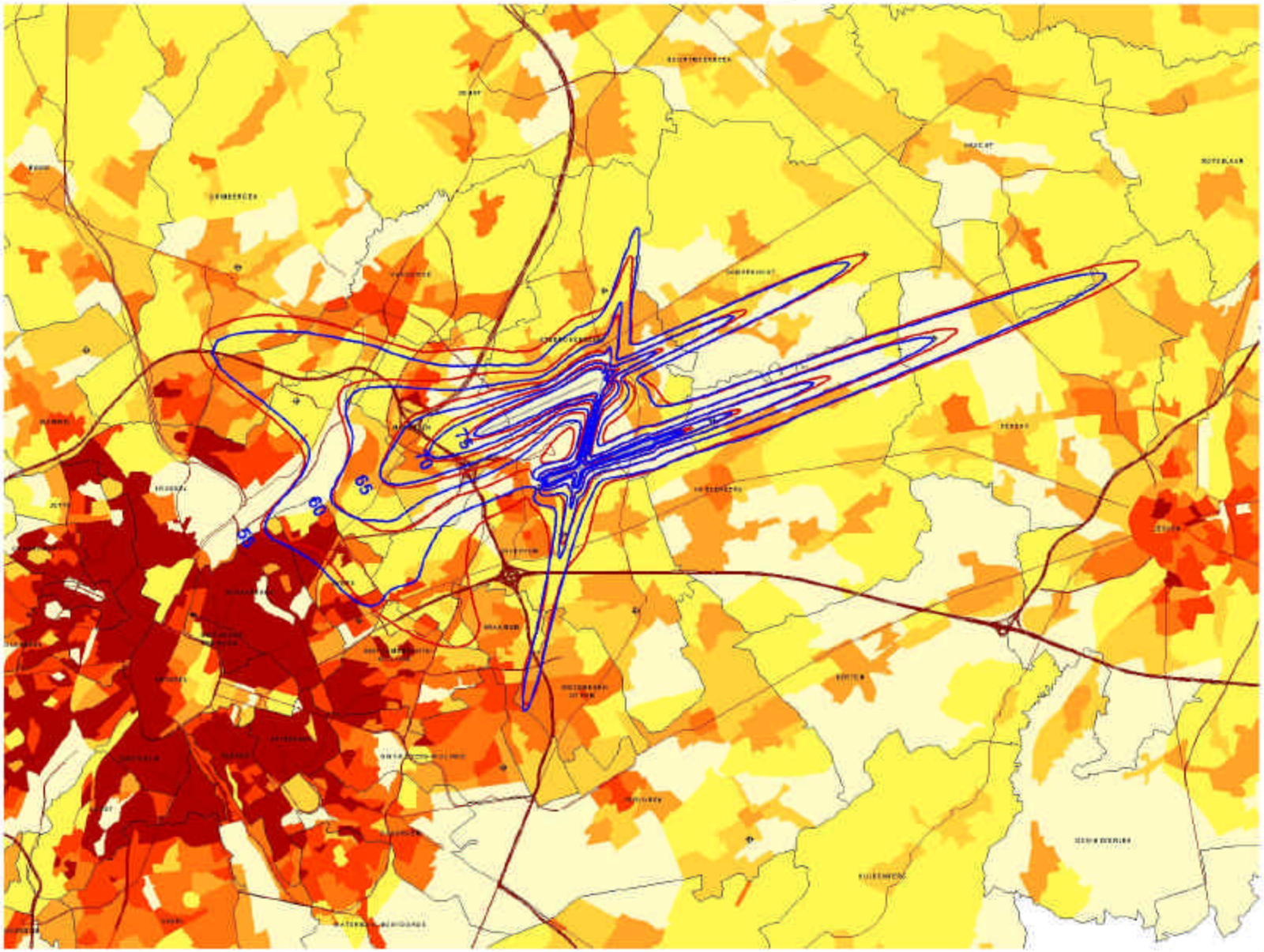
Contours de bruit L_{DN} pour 2000 et 2001, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit L_{night} pour 2000 et 2001, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit $L_{den(19\text{-}23\text{-}07h)}$ pour 2000-2001, en surimpression sur une carte démographique 2001

Evolutie $L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren voor 2000 en 2001

Vlarem : dag 06.00u - 23.00u



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

Legende

- $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001
- $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000 (studierapport PV4337)
- Grens fusiegemeente
- Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001 [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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

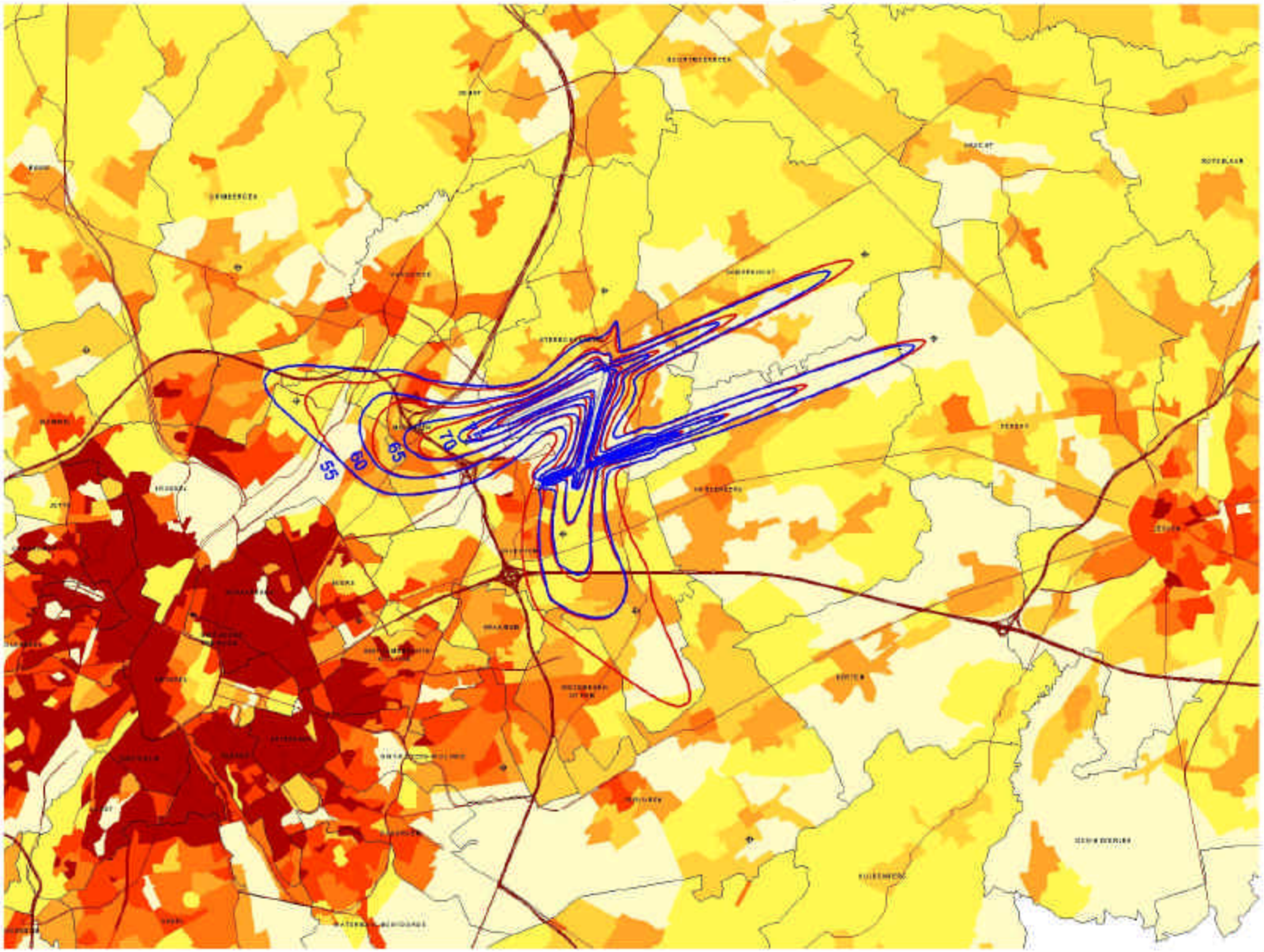
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0b (2000) en INM 6.0c (2001)

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 2000 en 2001

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 2001
- $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000 (studierapport PV4337)
- Grens fusiegemeente
- Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
[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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF n.b.v. het rekenmodel INM 6.0b (2000) en INM 6.0c (2001)

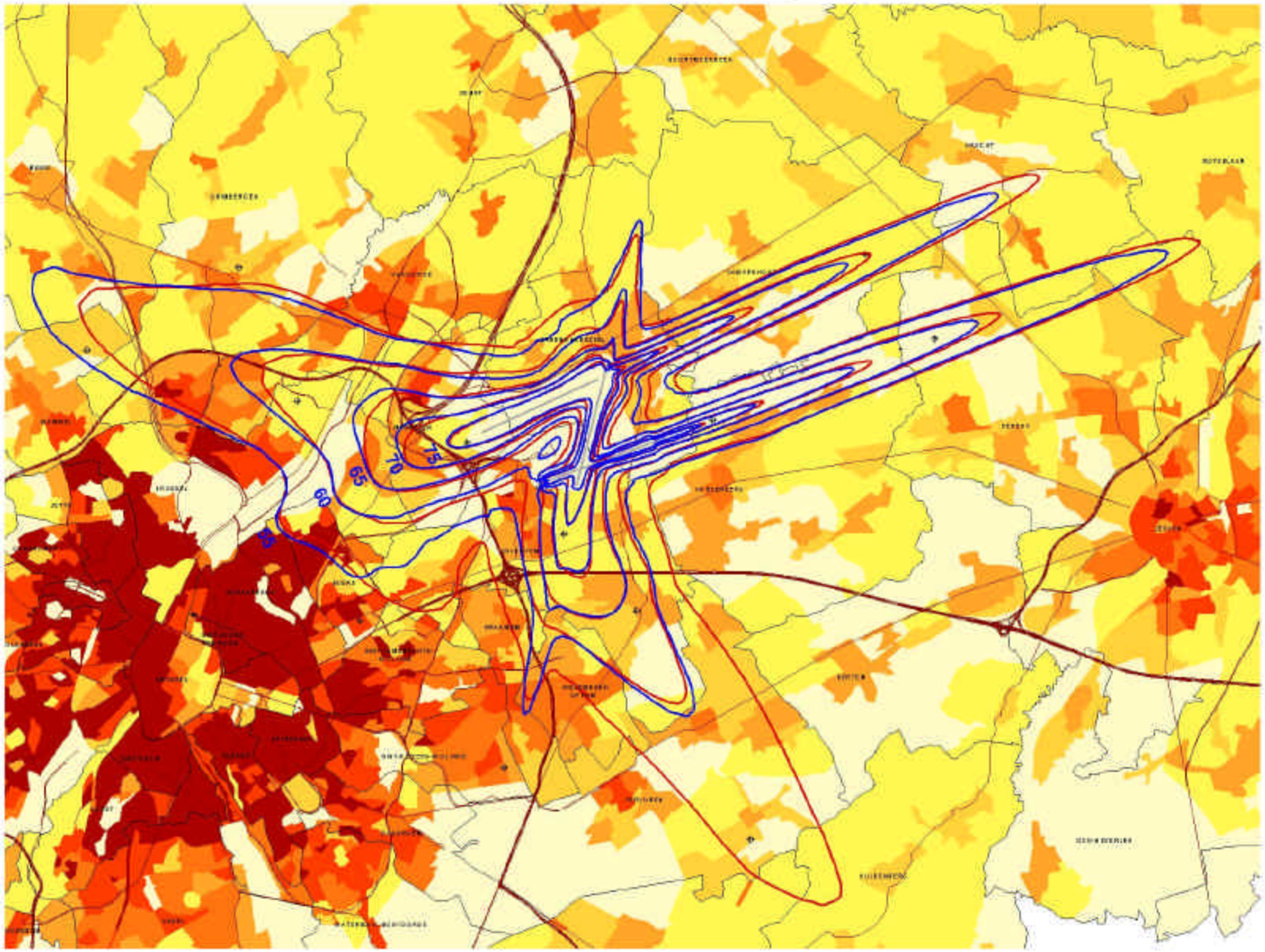
Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

Evolutie L_{DN} - geluidscontouren voor 2000 en 2001

Vlarem : nacht 23.00u - 06.00u

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



Legende

L_{DN} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

L_{DN} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000 (studierapport PV4337)

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001 [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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

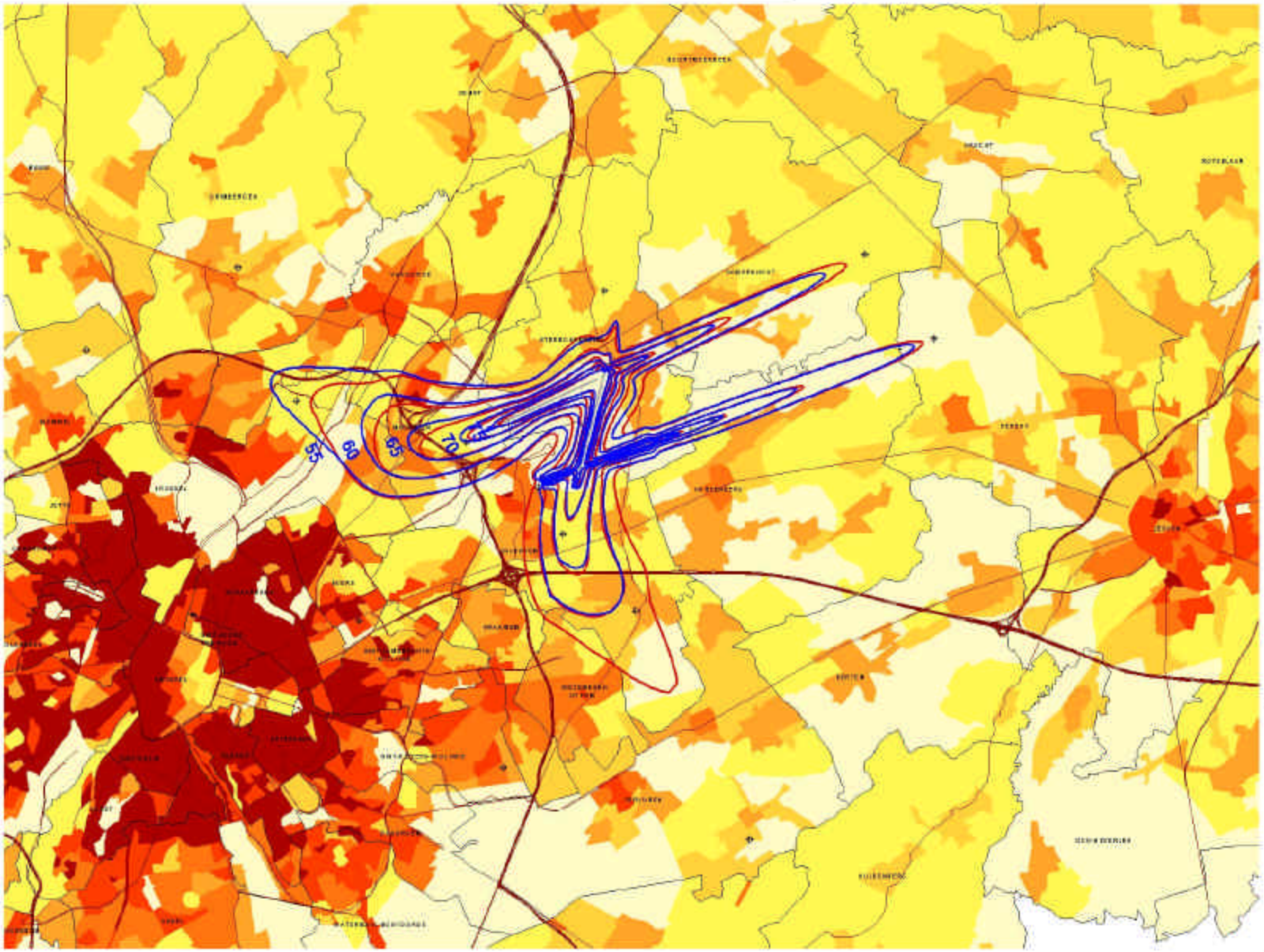
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0b (2000) en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

Evolutie L_{night} - geluidscontouren voor 2000 en 2001

EU : nacht 23.00u - 07.00u



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

Legende

L_{night} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

L_{night} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000 (studierapport PV4337)

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001 [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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

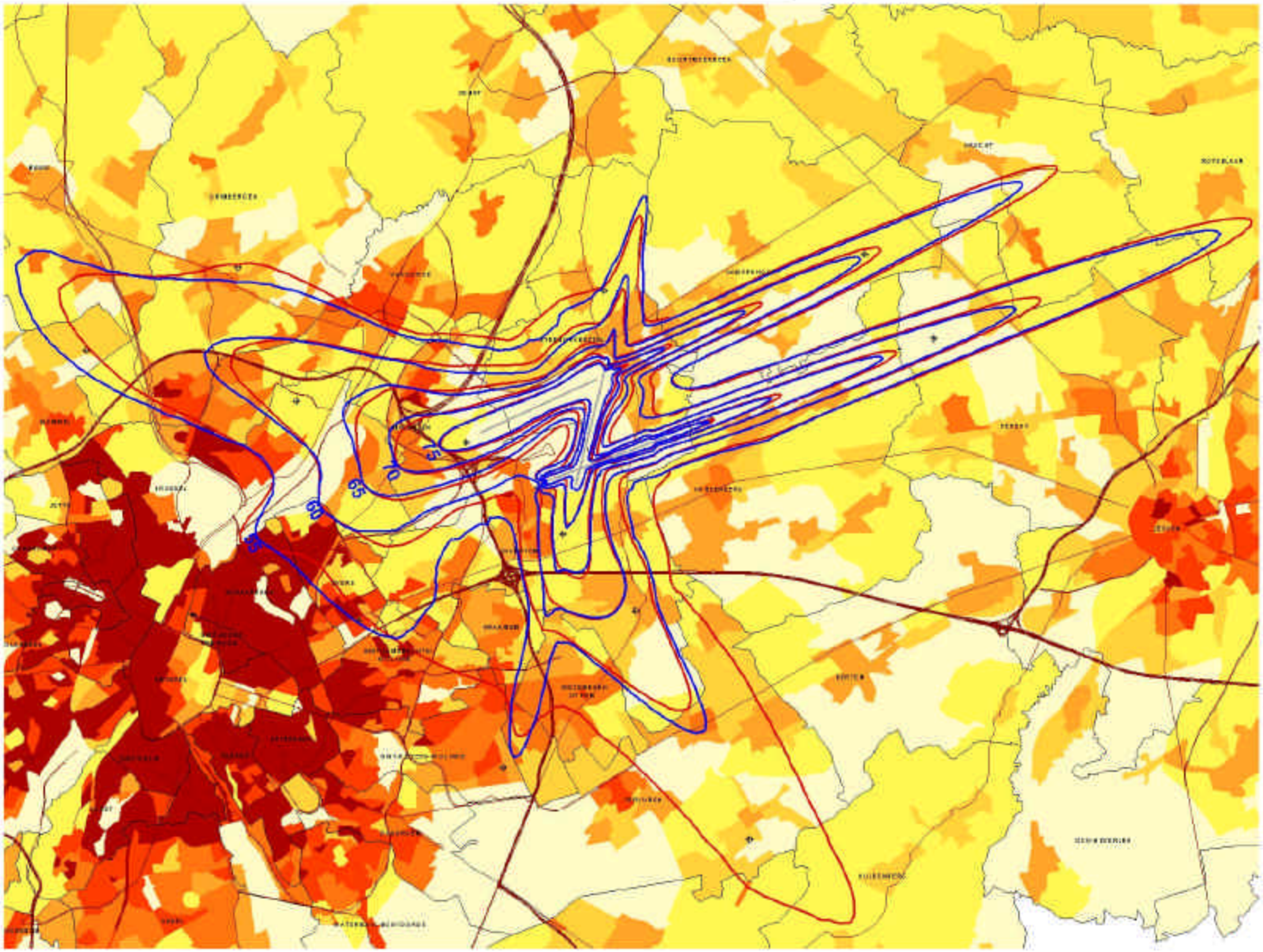
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0b (2000) en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

Evolutie L_{den} - geluidscontouren voor 2000 en 2001

EU : avond 19.00u - 23.00u ; nacht 23.00u - 07.00u



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

Legende

L_{den} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2001

L_{den} - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000 (studierapport PV4337)

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001 [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

0 2 4 Kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0b (2000) en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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