



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 2002

Par : Dr. J. Caerels
Lic. T. Nies
Sous la direction de: Prof. Dr. J. Thoen

P.V. 4569F
11-06-2003

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, $L_{Aeq,T}$	3
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
3. Méthode de calcul des contours de bruit autour de l'aéroport de Bruxelles-National	7
3.1 Compilation de la saisie pour INM	7
3.1.1 Information de vol	8
3.1.2 Données radar	8
3.1.3 Données météorologiques	9
3.2 Calcul de contours	10
3.2.1 Corrélation entre les mesures (NMS) et les calculs (INM).....	10
3.2.2 Affinement du calcul	10
3.3 Traitement des résultats dans un SIG	10
4. Résultats	11
4.1 Informations de base pour l'interprétation des résultats	11
4.1.1 Evolution du nombre de vols.....	11
4.1.2 Autres évolutions importantes	12
4.2 Corrélation entre les mesures (NMS) et les calculs (INM).....	14
4.3 Evolution du niveau de l'évènement $L_{Aeq,24h}$	16
4.4 Discussion des contours de bruits et tableaux	18
4.4.1 Contours $L_{Aeq,jour}$	18
4.4.2 Contours $L_{Aeq,nuit}$	20
4.4.3 Contours L_{DN}	20
4.4.4 Contours L_{night}	20
4.4.5 Contours L_{den} (soirée 19-23h, nuit 23-07h selon l'UE).....	21
4.5 Nombre d'habitants potentiellement fort gênés.....	21

ANNEXES

Annexe 1	Répartition de l'utilisation de piste en 2002.....	23
Annexe 2	Position des points de mesure	27
Annexe 3	Note technique	28
Annexe 4	Résultats des calculs de contours 2002.....	29
Annexe 5	Evolution des superficies et habitants 1996-2002.....	36
Annexe 6	Contours de bruit sur carte topographique, 2002.....	44
Annexe 7	Contours de bruit sur carte démographique, 2002.....	50
Annexe 8	Cartes de contours de bruit, Evolution 2001-2002.....	56

Liste des schémas

Schéma 1 Présentation du niveau de bruit équivalent pondéré A ($L_{Aeq,T}$)	4
Schéma 2 Pourcentage d'habitants potentiellement fort gênés en fonction du L_{DN} pour le bruit d'avions (Source : Miedema 1992)	6
Schéma 3 Evolution du trafic aérien à Bruxelles-National 1991-2002 (Source : BIAC)	11
Schéma 4 Evolution du trafic aérien pendant la nuit à Bruxelles-National 1995-2002 (Source : BIAC)	12
Schéma 5 Evolution du niveau $L_{Aeq,24h}$ à hauteur des points de mesure du réseau de mesure fixe.....	17
Schéma 6 Evolution du nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur du contour L_{DN} de 55 dB(A) (calculé selon Miedema, 1992).....	22
Schéma 7 Configuration et dénomination des pistes de décollage et d'atterrissage à Bruxelles-National.....	23
Schéma 8 Répartition en pourcentage du nombre total de départs et d'atterrissages en 2002	24
Schéma 9 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages en journée (06:00-23:00) en 2002	24
Schéma 10 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages pendant la nuit (23:00-06:00) en 2002.....	24
Schéma 11 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages pendant la journée (07:00 – 19:00) en 2002	25
Schéma 12 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages pendant la nuit (23:00-07:00) en 2002.....	25
Schéma 13 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages en soirée (19:00-23:00) en 2002	26
Schéma 14 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2002)	36
Schéma 15 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2002)	37
Schéma 16 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2002).....	38
Schéma 17 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996- 2002)	40
Schéma 18 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996- 2002)	41
Schéma 19 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours L_{DN} (1996- 2002)	42

Liste des tableaux

Tableau 1:	Evolution dans les départs des avions qui contribuent le plus aux nuisances sonores à Bruxelles-National	13
Tableau 2:	Corrélation calculs - mesures	15
Tableau 3:	Evolution des différences (en valeurs absolues) entre les calculs et les mesures au fil des années	16
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)	22
Tableau 5:	Superficies par zone de contour $L_{Aeq,jour}$ et par commune pour 2002	29
Tableau 6:	Superficies par zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et par commune pour 2002	29
Tableau 7:	Superficie par zone de contour L_{DN} et par commune pour 2002	30
Tableau 8:	Superficies par zone de contour L_{night} et par commune pour 2002	30
Tableau 9:	Superficies par zone de contour $L_{den,23-07h}$ et par commune pour 2002	31
Tableau 10:	Nombre d'habitants par zone de contour $L_{Aeq,jour}$ et par commune en 2002	32
Tableau 11:	Nombre d'habitants par zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et par commune 2002	32
Tableau 12:	Nombre d'habitants par zone de contour L_{DN} et par commune 2002	33
Tableau 13:	Nombre d'habitants par zone de contour L_{night} et par commune 2002	33
Tableau 14:	Nombre d'habitants par zone de contour $L_{DEN,23-07h}$ et par commune 2002	34
Tableau 15:	Nombre d'habitants potentiellement fort gênés par zone de contour L_{DN} et par commune pour 2002	35
Tableau 16:	Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2002)	36
Tableau 17:	Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2002)	37
Tableau 18:	Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2002)	38
Tableau 19:	Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{night} (2000-2002)	38
Tableau 20:	Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{den(19-23-07h)}$ (2000-2002)	38
Tableau 21:	Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2002)	40
Tableau 22:	Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,nuit}$ (1996-2002)	41
Tableau 23:	Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2002)	42
Tableau 24:	Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours L_{night} (2000-2002)	43
Tableau 25:	Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{den(19-23-07h)}$ (2000-2002)	43

Liste des cartes de contours

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique.....	51
Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique.....	52
Contours de bruit $L_{Aeq,DN}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique	53
Contours de bruit $L_{Aeq,night}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique.....	54
Contours de bruit $L_{den}(19-23-07h)$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique	55
Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001.....	57
Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001.....	58
Contours de bruit $L_{Aeq,DN}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001.....	59
Contours de bruit $L_{Aeq,night}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001.....	60
Contours de bruit $L_{den}(19-23-07h)$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001	61
Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001	63
Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001	64
Contours de bruit $L_{Aeq,DN}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001	65
Contours de bruit $L_{Aeq,night}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001	66
Contours de bruit $L_{den}(19-23-07h)$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001	67

Les cartes suivantes en surimpression sur une carte topographique et à l'échelle 1/25.000 (format A0) sont jointes à ce rapport :

- Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2002
- Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2002
- Contours de bruit L_{DN} pour 2002
- Contours de bruit L_{DEN} pour 2002
- Contours de bruit L_{night} pour 2002

1. Introduction

Le calcul des contours de bruit sert à réaliser une évaluation objective de la situation relative au bruit dans les environs de l'aéroport. Ces contours de bruit reflètent les évolutions et les événements susceptibles d'avoir un impact sur la production de bruit du trafic aérien à l'atterrissage et au décollage et peuvent donc être utilisés pour décrire la situation, ainsi que pour évaluer les effets des modifications de la flotte, des changements du nombre de vols et des mesures éventuelles. Par souci d'exactitude, les contours de bruit sont comparés par rapport à des mesures de bruit effectuées à une série d'endroits autour de l'aéroport.

1.1 Calculs obligatoires pour l'aéroport de Bruxelles-National

Le "Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica" (ci-après ATF) calcule annuellement, depuis 1996, les contours de bruit relatif au 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 VLAREM¹ impose ce calcul des contours de bruit pour les aéroports de classe 1². Dans le cadre du Vlarem, le calcul de trois sortes de contours de bruit est obligatoire:
- 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, d'autre part, afin de déterminer le nombre de personnes potentiellement fort gênées;
 - Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ de 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) pour reproduire le niveau de bruit pendant la journée; celle-ci allant de 06 à 23 heures;
 - 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 à 06 heures, conformément à la législation VLAREM;

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.*

- En plus des obligations fixées par le 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 dans l'environnement:
 - 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 à 7 heures, conformément à la nouvelle Directive Européenne.
 - 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 L_{DN} 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). Une nouvelle version du modèle de calcul a été lancée très récemment mais en raison de la comparabilité aux contours de bruit des années précédentes, il a été décidé d'effectuer les calculs avec la version 6 du modèle. Etant donné l'existence de rapports d'étude reprenant le calcul des contours de bruit pour 1999 et 2000 avec la même version d'INM et comme pour 2001 ce calcul a été intégré dans le reporting officiel, il ne nous semble pas nécessaire de recommencer les calculs dans la version précédente du modèle de calcul.

Au moment de la rédaction de ce rapport, les données démographiques au 1er janvier 2002 n'étaient pas encore disponibles. Toutefois, afin de pouvoir comparer le nombre d'habitants et le nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur des contours, les dernières données actuellement disponibles sont utilisées. Les tableaux contenant les données démographiques et le nombre d'habitants potentiellement fort gênés ont été calculés à partir des données démographiques au 1er janvier 2001.

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 gênée 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 lesquelles 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 de personnes potentiellement fort gênées.

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 fortement 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 quand 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 de 65 dB(A).

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

Le bruit des 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, la moyenne énergétique de la pression sonore constatée pendant cette période (voir Schéma 1) est calculée.

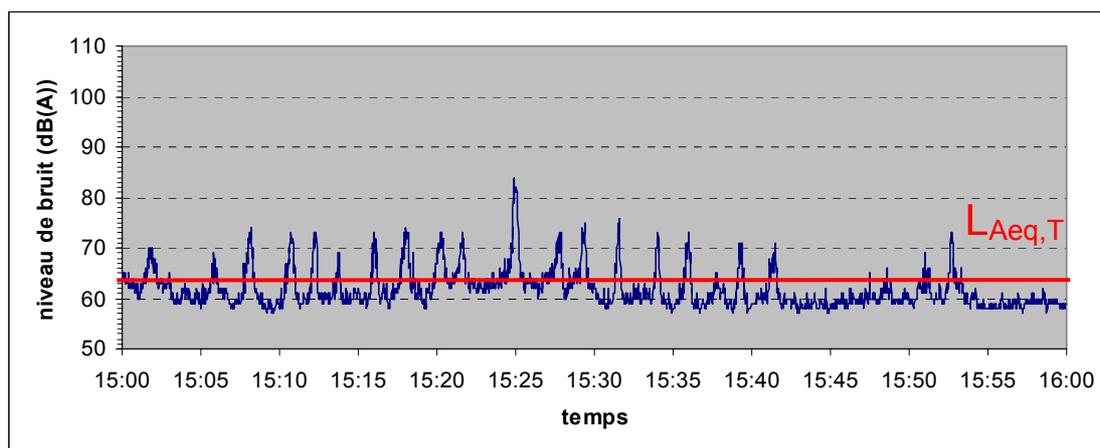


Schéma 1 Présentation du niveau de bruit équivalent pondéré A ($L_{Aeq,T}$)

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 ou encore est l'expression de la quantité d'énergie acoustique constatée par seconde pendant la période T. 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.

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

Dans le cadre de la législation VLAREM, il 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 06h00 et 23h00
- ➔ $L_{Aeq,nuit}$: le niveau de bruit équivalent pour la nuit, celle-ci étant la tranche horaire comprise entre 23h00 et 06h00
- ➔ $L_{Aeq,night}$: le niveau de bruit équivalent pour la nuit, celle-ci étant la tranche horaire comprise entre 23h00 et 07h00

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 préfère généralement de ne pas utiliser le niveau de bruit équivalent sur 24 heures ou $L_{Aeq,24h}$. Souvent, le bruit généré pendant la nuit est perçu comme plus incommodant que le même bruit pendant la journée et un $L_{Aeq,24h}$ par exemple ne fait pas cette distinction.

On utilisera donc plutôt une version adaptée du $L_{Aeq,24h}$, il s'agit du niveau de bruit jour-nuit L_{DN} (Level Day Night). Le niveau de bruit jour-nuit est un niveau de bruit équivalent auquel 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 dans l'environnement, 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 de personnes potentiellement fort gênées 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 gênée par un niveau de bruit L_{DN} donné (Schéma 2)³. La courbe de nuisance, au moyen de laquelle est calculé le nombre de personnes potentiellement fort gênées autour de l'aéroport, correspond à la formule suivante:

$$\% \text{ personnes potentiellement fort gênées} = 0,0684 * (L_{DN} - 42)^2$$

³ Miedema H.M.E., *Response functions for environmental noise in residential areas*, TNO Gezondheidsonderzoek, 1992

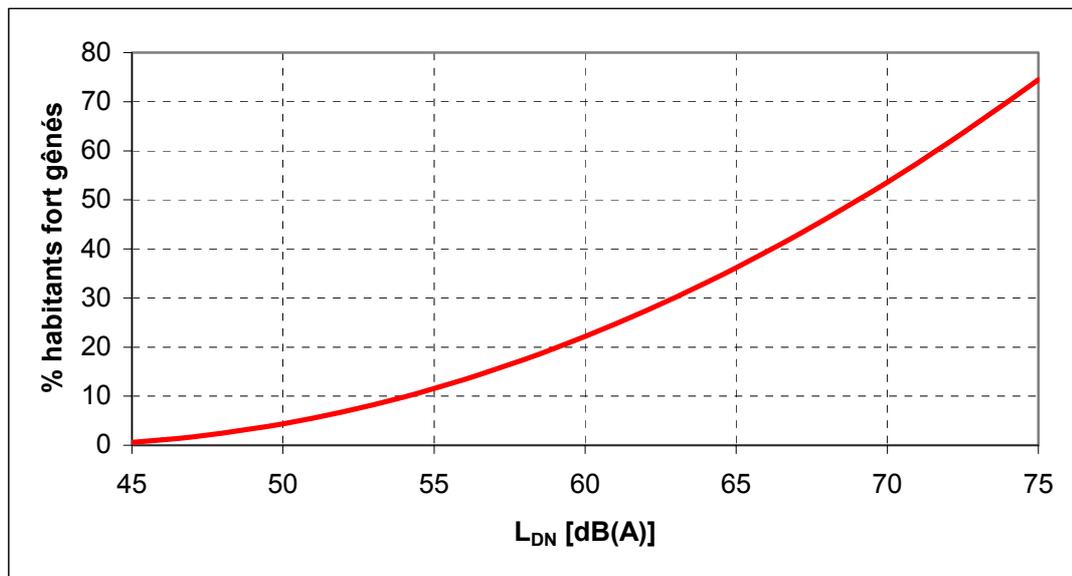


Schéma 2 *Pourcentage d'habitants potentiellement fort gênés en fonction du L_{DN} pour le bruit d'avions (Source : Miedema 1992)*

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. Pour cette raison, 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).

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 l'INM;
- Le calcul proprement dit par l'INM;
- Le 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 'journee (nuit, 24h, ...) moyenne'. Cela ne signifie PAS qu'une journée moyenne est une journée où tous 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'avion
- 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 2002 sous la forme d'un extrait de la banque de données centrale. Les données sur les pistes et les SID utilisées ont été mises à disposition par Belgocontrol. 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 versions 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'ICAO – 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.

Pour l'instant, les mouvements des hélicoptères ne sont pas repris dans le modèle.

En fonction de la distance à parcourir, le poids de l'avion est également pris en compte à l'aide d'un tableau de conversion⁴ prévu par la Federal Aviation Administration.

En ce qui concerne les contours de bruit de Bruxelles pour l'année 2002, on a travaillé avec les profils de départ standards qui sont repris dans INM.

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 les pilotes par exemple 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 des routes effectives résultant d'une certaine SID.

⁴ INM user's guide : INM 6.0, Federal Aviation Administration, Office of Environment and Energy

La situation réelle de la projection horizontale par SID est déterminée par des données radar ⁵ 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 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 seule 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 2002, les conditions météorologiques moyennes réelles de l'année 2002 ont été introduites dans l'INM. Les données de base sont celles mesurées toutes les heures par BELGOCONTROL pendant l'année écoulée. Ces données nous ont été fournies par BIAC. L'utilisation de ces données permet le calcul d'un vent de face moyen réel pour chaque orientation de piste à l'aéroport.

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 prises séparément pour chaque piste. Les départs et arrivées ont été groupés.
 - 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.
 - Enfin, on a fait une moyenne de la composante force du vent sur la piste concernée pour tous les vols sélectionnés.
-
- Les résultats de ces manipulations sont les suivants:
 - Vent de face de 4,5 noeuds dans la direction 25
 - Vent de face de 7,8 noeuds dans la direction 07
 - Vent de face de 3,6 noeuds dans la direction 02
 - Vent de face de 4,8 noeuds dans la direction 20.

⁵ Les données radar autour de Bruxelles-National sont disponibles jusqu'à 4000 pieds et dans un cadre suffisamment grand pour le calcul des contours.

3.2 Calcul de contours

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

INM permet d'effectuer des calculs à des endroits spécifiques autour de l'aéroport. En guise de contrôle des contours de bruit calculés, la charge de bruit, telle que calculée avec INM, a été comparée aux mesures de bruit effectuées à quelques endroits. En 2002, une campagne de mesure intensive de la charge de bruit a été lancée au nord de Bruxelles. Comme ces données sont disponibles, nous avons essayé, dans la mesure du possible, de les intégrer dans la comparaison.

Les mesures se font sous la forme d'enregistrements d'événements. Le point de mesure enregistre en continu le niveau de bruit mais fait lui-même la distinction entre un simple bruit de fond et des moments de pression sonore accrue. Dès que la pression sonore dépasse un certain seuil pendant plus de 10 secondes, un événement sonore ou event est enregistré. Tous les paramètres possibles de ces events sont conservés de sorte à permettre le calcul d'un niveau équivalent à partir des events. Le seuil est fixé selon le niveau de bruit du bruit de fond. Pour les points de mesure autour de Bruxelles-National, on a généralement choisi un niveau de 65 dB(A) et de 70 dB(A). Afin d'écartier 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 et avec un affinement de 9 et d'une tolérance de 0,5.

3.3 Traitement des résultats dans un SIG

L'introduction des contours de bruit dans le Système d'Information Géographique (SIG) permet, outre l'impression des cartes de contours sonores, également une analyse spatiale. On peut ainsi en première instance calculer la surface 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 Statistiques (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 tenant compte uniquement la partie du secteur se trouvant à l'intérieur du contour, on s'approche relativement bien de la réalité.

4. Résultats

4.1 Informations de base pour l'interprétation des résultats

4.1.1 Evolution du nombre de vols

Un des facteurs majeurs du calcul des contours de bruit autour d'un aéroport est le nombre de vols effectués pendant l'année écoulée. Le trafic aérien à partir de et vers Bruxelles-National a continué à diminuer en 2002 par rapport à 2001. Des facteurs déterminants pour cette évolution sont, entre autres, les répercussions des événements du 11 septembre 2001 et la faillite de quelques compagnies aériennes majeures à Bruxelles-National (Citybird, Sabena). La mise en place de la continuité de SABENA e.a. a pris un certain temps et la nouvelle SN Brussels Airlines n'a pas pu compenser la perte de vols.

Le schéma ci-dessous (Schéma 3) reflète l'évolution du nombre de vols pour les 12 dernières années.

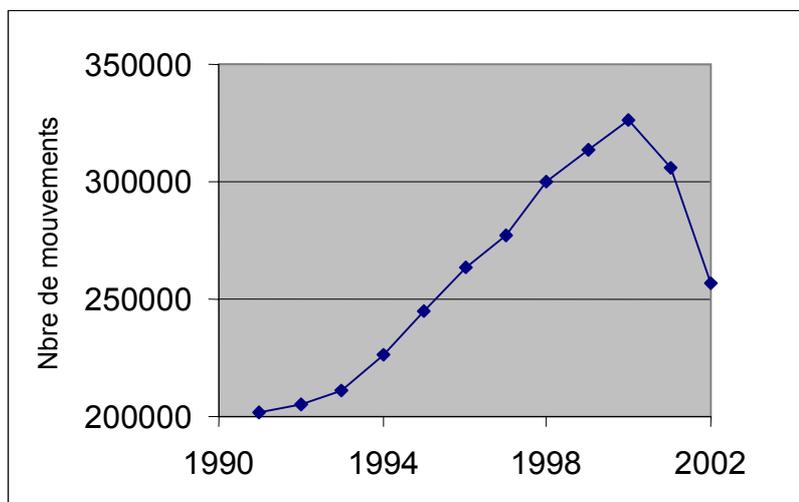


Schéma 3 Evolution du trafic aérien à Bruxelles-National 1991-2002 (Source : BIAC)

Le nombre total de mouvements de vol était de 256.867 vols en 2002, soit une diminution de 16% par rapport aux nombres de mouvements en 2001.

Le nombre de mouvements de jour a diminué de 17%, alors que le nombre de mouvements de nuit a subi une baisse de presque 7%. La tendance à la baisse du nombre de vols de nuit, qui s'est déjà manifestée en 2000, se poursuit donc sans relâche. Une évolution schématique du nombre de vols de nuit au cours des dernières années est reprise dans le schéma ci-dessous (Schéma 4).

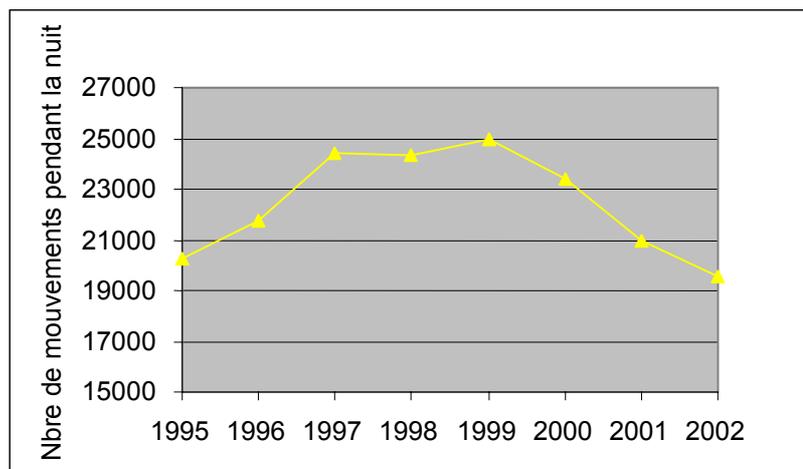


Schéma 4 Evolution du trafic aérien pendant la nuit à Bruxelles-National 1995-2002 (Source : BIAC)

4.1.2 Autres évolutions importantes

En plus du nombre de vols, une série de paramètres sont également susceptibles de modifier la taille et la localisation des contours de bruit. Nous visons ici les modifications de flotte qui ont été effectuées (par mesure coercitive ou non) par les compagnies aériennes, l'interdiction de certains avions pendant la nuit et le déplacement des trajectoires de vol.

Le renouvellement de la flotte

Au 1er juillet 2002, le système de quotacount pour la nuit se voit encore renforcé⁶. Les mouvements d'appareils ayant un QC supérieur à 16 ne sont plus admis pendant la période de nuit opérationnelle (23h-06h). L'évolution de la flotte utilisée montre une tendance évidente visant à respecter ces conditions.

Le tableau ci-dessous ébauche l'évolution du nombre de mouvements de certains appareils qui contribuaient précédemment le plus aux nuisances sonores (basé sur le quotacount⁷ au décollage). Il illustre clairement la diminution d'une série de types bruyants par des avions plus silencieux.

⁶ Décision du Conseil d'Administration de BIAC du 15 juin 2000 concernant l'introduction d'un système de quotacount pour le trafic nocturne à Bruxelles-National. Approuvé par AM 14 259, 26 oct. 2000 et publié au MB 17 nov. 2000

⁷ Quotacount moyen par décollage déterminé sur la base des données de vol de l'année 2001.

Etant donné la poursuite de cette tendance introduite en 2000, on peut s'attendre à ce que les contours de bruit continuent à se rétrécir.

Tableau 1: Evolution dans les départs des avions qui contribuent le plus aux nuisances sonores à Bruxelles-National

# départs type d'avion	Journée			Nuit			Qcdep
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	
B742	583	501	517	134	39	5	57
B743	49	16	15	1	1	0	50,1
DC86	14	1	84	2	0	1	38,7
BA11	20	8	1	1	0	0	28
B744	566	655	937	35	16	5	23
DC10	687	486	305	316	294	96	20,7
T154	207	304	244	2	1	7	20,3
B732	3 012	540	313	50	5	2	17,4
B722	1 241	1 031	755	3 153	2 309	1575	16,3
A332	1 853	1 647	320	4	2	4	11,7
C130	1 167	1 050	1040	87	4	5	11,6
A306	141	222	220	11	15	15	11,4
A343	733	654	24	92	34	5	11,2
DC9	66	0	73	0	0	0	11,2
MD11	1 747	1 013	944	275	77	219	11,2
B721	130	126	59	515	508	112	10,8
A30B	867	1 110	916	1 902	2 205	2021	10,7
A330	10	0	0	0	0	0	10,2
A340	252	243	5	43	1	1	9,2
DC87	72	51	60	66	5	14	8,4
B763	2 764	2 262	2474	31	34	47	7,8
B762	57	581	461	3	80	34	7,7
A310	418	395	492	18	31	4	7,2
MD82	3 517	2 966	2955	11	6	6	6

Modification des procédures et trajectoires de vol

En 2002, une série de décisions a été prise concernant les trajectoires de vol nocturnes autour de Bruxelles-National.

Le 22 février 2002, le gouvernement fédéral, le gouvernement flamand et le gouvernement de la région de Bruxelles-Capitale ont opté pour un modèle d'utilisation des pistes appelé 'Stable Concentration Concept' à condition que le nombre de riverains exposés au bruit diminue et qu'il n'y aurait pas de riverains supplémentaires affectés.

Un deuxième accord de principe (16 juillet 2002) concrétise le premier accord de principe en faisant la différence entre les trajectoires de vol et l'utilisation des pistes.

Le 31 octobre 2002, une trajectoire de vol optimisée pour la nuit pour la piste 25R a été mise en service, remplaçant la procédure 'Tour du Brabant' supprimée. De nouvelles trajectoires de décollage pour les pistes 02 et 07R ont été publiées le 26 décembre 2002. La nouvelle trajectoire de décollage le long de la piste 20 a été publiée en même temps mais la mise en service opérationnelle a été retardée.

L'introduction de l'utilisation de pistes optimisée a été retardée jusqu'à la disparition du dernier B727 pendant la nuit.

Etant donné l'introduction de certaines mesures relativement tard en 2002, leur effet sur la localisation des contours de bruit sera plutôt limité.

4.2 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 aux 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 minimiser la contribution de ces événements dans la comparaison, seuls les événements de moins de 75 secondes sont pris en compte.

De plus, il ressort de l'évaluation des données que le système d'attribution automatique du NMS est défaillant, principalement pour les points de mesures les plus reculés, par manque de données radar, étant donné que celles-ci sont uniquement disponibles jusqu'à une altitude de 4000 pieds. C'est pourquoi, dans le cadre de la commission de concertation, on a commencé une corrélation offline basée sur les heures de décollage et d'atterrissage, compte tenu d'une éventuelle durée nécessaire pour atteindre le point de mesure en non pas des données radar. La conséquence de cette méthode de

corrélation est toutefois que la probabilité d'attribuer à tort un event sonore à un avion est encore accrue ; d'autre part, la corrélation sera plus réaliste, principalement pour les points de mesures plus éloignés.

Le tableau ci-dessous donne la comparaison entre les valeurs $L_{Aeq,24h}$ calculées à hauteur des différents points de mesure et les valeurs $L_{Aeq,24h}$ qui peuvent être calculées avec les données provenant du système de corrélation automatique du Noise Monitoring System. La deuxième partie du tableau donne la même comparaison pour les valeurs $L_{Aeq,24h}$ calculées à partir d'INM et celles calculées à partir de la corrélation offline telle que décrit ci avant. Les données utilisées pour ces comparaisons sont toutes les données de mesure de l'année 2001 des points de mesure fixes du NMS.

Tableau 2: *Corrélation calculs - mesures*

	INM $L_{Aeq,24h}$ calculé	NMS $L_{Aeq,24h}$ suite aux events corrélés < 75 s	NMS offline $L_{Aeq,24h}$ suite aux events corrélés < 75 s	INM - NMS	INM-NMS offline
NMT 01 Steenokkerzeel	63.3	60.7	64.8	2.6	-1.5
NMT 02 Kortenberg	69.8	69.4	69.6	0.4	0.2
NMT 03 Diegem	71.8	71.4	71.1	0.4	0.7
NMT 04 Nossegem	60.8	62.2	62.7	-1.4	-1.9
NMT 06 Evere	51.1	52.6	53.2	-1.5	-2.1
NMT 07 Sterrebeek	45.3	46.6	46.4	-1.3	-1.1
NMT 08 Kampenhout	53.7	53.7	54.1	0	-0.4
NMT 09 Perk	50.2	47.5	51.3	2.7	-1.1
NMT 10 Neder-Over- Heembeek	55.7	57.4	57.6	-1.7	-1.9
NMT 11 Woluwe-Saint- Pierre	50.6	50.4	52	0.2	-1.4
NMT 12 Duisburg	46.9	37.5	45.7	9.4	1.2
NMT 13 Grimbergen	48.6	45.2	47.1	3.4	1.5
NMT 14 Wemmel	49.2	48.5	50.4	0.7	-1.2
NMT 15 Zaventem	53	53.1	55.4	-0.1	-2.4
NMT 16 Veltem	57.8	57.3	57.7	0.5	0.1

La comparaison entre les calculs avec INM 6.0c aux points de mesure et les mesurages donne des résultats analogues à ceux des années précédentes, sauf pour les points de mesure 12 et 13. A ces points de mesure, une différence anormalement élevée a été constatée entre les valeurs mesurées corrélées automatiquement d'une part et les valeurs calculées d'autre part. Après corrélation offline des données, il semble toutefois que la valeur basée sur la corrélation automatique a une précision plutôt limitée étant donné la grande différence entre la corrélation automatique et la corrélation offline.

Etant donné les imprécisions sur l'ensemble 'points de mesure/corrélation', l'écart obtenu 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 au fil des années

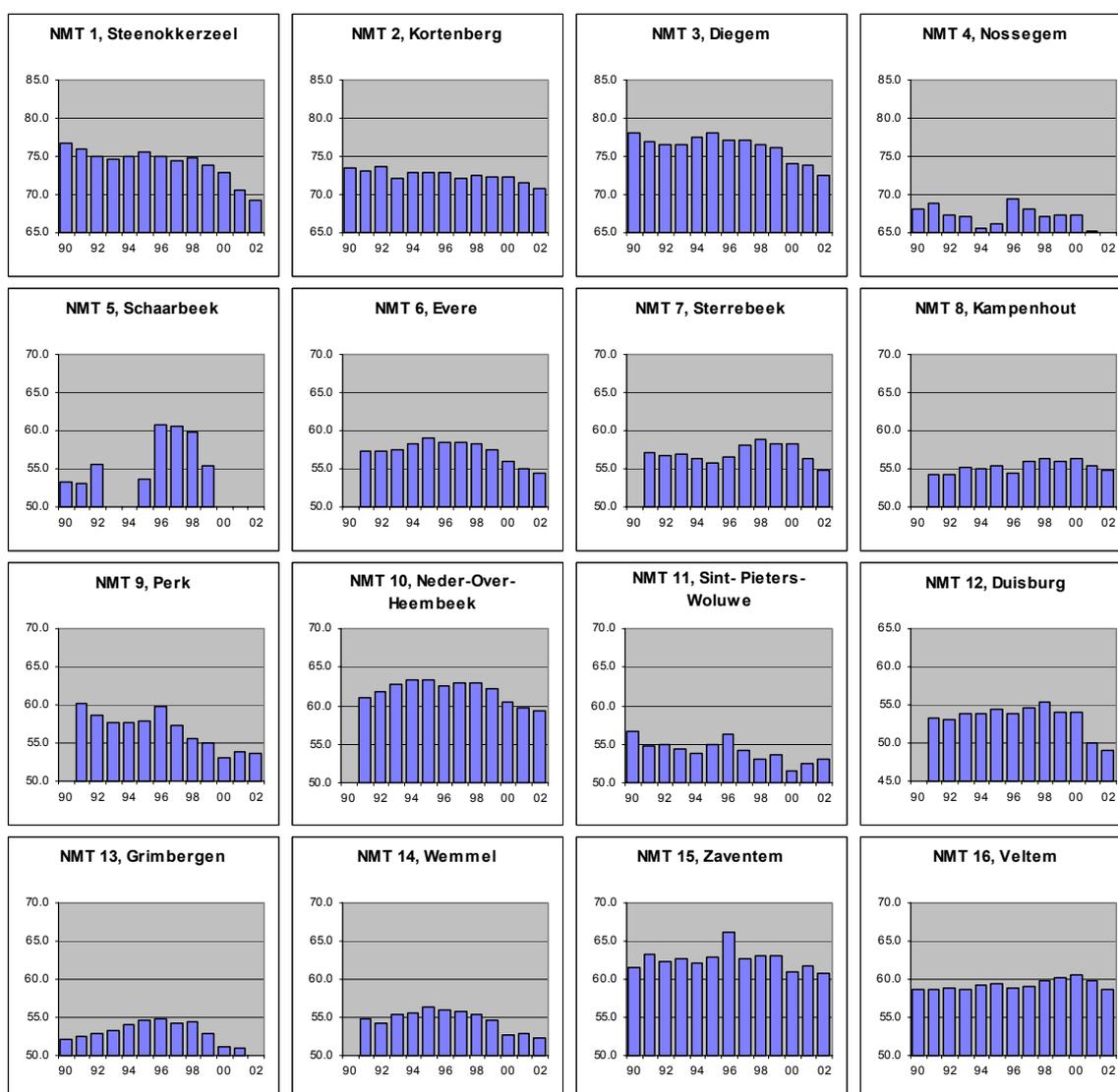
	1998 INM 5.2a	1999 INM 5.2a	1999 INM 6.0a	2000 INM 5.2a	2000 INM 6.0b	2001 INM 6.0c	2002 INM 6.0c
NMT01	0,5	5,5	4,0	4,6	3,3	2,2	2,6
NMT02	2,9	0,8	0,1	0,9	0,2	0,2	0,4
NMT03	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,4
NMT04	1,6	2,1	1,8	2,5	1,8	1,9	1,4
NMT06	2,9	3,1	2,6	3,4	2,6	1,0	1,5
NMT07	2,3	0,2	1,0	0,6	1,0	1,2	1,3
NMT08	0,9	1,2	0,3	1,6	0,5	0,4	0
NMT09	5,5	0,6	0,5	3,4	3,5	2,0	2,7
NMT10	2,2	1,5	1,1	2,4	2,0	1,3	1,7
NMT11	1,0	1,2	0,7	1,0	0,1	1,0	0,2
NMT12	0,3	0,8	1,1	1,8	2,4	4,2	9,4
NMT13	1,2	1,3	1,6	1,1	1,7	2,0	3,4
NMT14	0,3	0,1	0,5	1,7	1,0	0,8	0,7
NMT15	0,8	0,5	0,2	0,2	0,0	0,5	0,1
NMT16	0,2	0,8	0,0	1,3	0,4	0,5	0,5

Les résultats pour la grande majorité des points de mesure indiquent que les contours de bruit de 2002, 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.

4.3 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 1990-2002. Ces données sont les moyennes logarithmiques des valeurs $L_{Aeq,24h}$ réellement mesurées et constatées à hauteur des points de mesure. On a constaté que les outliers situés dans ces nuées de données pèsent plus dans les moyennes logarithmiques et ne sont dès lors pas pris en compte. En statistique, 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)!). Ces aberrances sont causées par le calibrage et le test des NMT. Les valeurs $L_{Aeq,24h}$ mesurées ne cherchent pas à déterminer si l'évènement 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.

Ces graphiques montrent une diminution évidente du niveau de bruit pour presque tous les points de mesure. Cela concorde totalement avec les prévisions, étant donné la diminution du nombre de vols et les mesures visant à réduire le bruit qui ont été introduites dans un passé proche. Le seul point de mesure pour lequel, contrairement aux autres, une légère augmentation a été constatée est le point de mesure 11 à Woluwe-Saint-Pierre. Ce point de mesure est situé sous la trajectoire d'atterrissage de la piste 02. Il ressort de l'analyse des données de vol qu'il y a eu une hausse (temporaire) des atterrissages d'environ 17% sur la piste 02 par rapport à 2001. Cette



hausse peut en partie expliquer l'augmentation pour Woluwe-Saint-Pierre.

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

4.4 Discussion des contours de bruits et tableaux

Les résultats des contours de bruit pour les paramètres décrits ci-avant ($L_{Aeq,jour}$, $L_{Aeq,nuit}$, L_{DN} , L_{DEN} et L_{night}) sont repris à l'Annexe 6 et à l'Annexe 7. Au moyen d'une projection des contours de bruit calculés en surimpression sur des cartes topographiques et démographiques, on a déterminé dans un système GIS d'une part la surface des contours respectifs et d'autre part le nombre d'habitants à l'intérieur des contours. Comme déjà indiqué ci-avant, il n'y avait au moment de la rédaction du présent rapport pas de données disponibles sur la densité de population par secteur statistique au 1er janvier 2002. C'est pourquoi nous avons choisi de déterminer dans ce rapport le nombre d'habitants par zone de contour à partir des données démographiques au 1er janvier 2001. Les résultats détaillés de ce calcul sont donnés par commune fusionnée à l'Annexe 4.

L'Annexe 5 reprend l'évolution de la surface par zone de contour et le nombre d'habitants à l'intérieur des diverses zones de contour de 1996 à 2002. Ces tableaux contiennent des données relatives aux calculs effectués dans diverses versions du modèle de calcul. Le passage de INM5 à INM6 pour les calculs de contours 2001 a fait l'objet d'une analyse détaillée dans le rapport de ces calculs. Pour plus d'informations sur les conséquences du changement de modèle de calcul, nous faisons donc référence à ce rapport⁸. L'Annexe 8 clarifie les contours L_{DN} , $L_{Aeq,jour}$, $L_{Aeq,nuit}$, L_{DEN} et L_{night} de 2001 et 2002 sur une carte démographique.

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.

4.4.1 Contours $L_{Aeq,jour}$

Les contours de jour reflètent l'utilisation principale des pistes à l'aéroport de Bruxelles-National. Dans le cas de l'utilisation préférentielle des pistes, la 25R est principalement utilisée pour les décollages alors que les atterrissages se situent principalement sur les pistes 25L et 25R. Ce n'est que dans des conditions atmosphériques défavorables ou pour des raisons de sécurité que cette piste n'est pas utilisée.

⁸ Contours de bruit autour de l'aéroport de Bruxelles-National, année 2001, Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica, Katholieke Universiteit Leuven.

En ce qui concerne les atterrissages sur la piste 25L, on constate une diminution évidente dans le contour de bruit situé dans la prolongation vers l'est de cette piste. Il est remarquable que la crête consécutive aux atterrissages sur la piste 25R ne suive pas cette tendance malgré le fait que la répartition en pourcentage des atterrissages sur les pistes 25L et 25R est pratiquement restée la même. Leur utilisation pour les atterrissages est diminuée respectivement de 17 % et 16% par rapport à 2001. Un examen approfondi de la cause de cette différence dans la diminution des contours démontre un glissement perceptible d'un certain nombre de types d'appareils plus lourds de la piste 25L vers la 25R. Le plus frappant est la diminution de 40 %, par rapport à 2001, du nombre d'atterrissages sur la piste 25L avec des avions du type MD11 alors que l'utilisation de la piste 25R pour les atterrissages de ce type d'avions a augmenté de 35%.

Sur la piste 02/20 nous constatons une nette diminution de la crête du contour de bruit produite par les atterrissages sur la piste 20 alors que celle produite par les atterrissages sur la piste 02 est pratiquement restée la même. Cela concorde parfaitement avec l'analyse du nombre absolu d'atterrissages sur ces pistes. Pour la piste 02, le nombre a même légèrement alors que pour la direction 20, le nombre d'atterrissages a diminué de moitié: de 23 à 12 par jour moyen sur une base annuelle. On peut constater globalement que pour les atterrissages, il y a une réduction de la taille des contours.

Pour les départs pendant la journée, seule une analyse des départs sur la piste 25R est nécessaire. Nous constatons un net rétrécissement du lobe de départ avec un virage vers la droite en direction du noordrand de Bruxelles. On remarque comment la crête dans la prolongation de la piste 25R est de plus en plus prononcée. Cette crête provient des avions des groupes les plus lourds qui effectuent un virage vers la gauche en direction du sud (direction Huldenberg) avec par ex. une hausse évidente (de 26% par rapport à 2001) du nombre d'appareils du type B747-400 qui empruntent fréquemment ces trajectoires. Pour le virage vers la gauche après le départ de la 25R, nous observons un glissement du contour vers l'est dû aux modifications dans la composition de la flotte.

La conclusion générale pour les contours de jour est une nette diminution de taille qui se traduit également dans les chiffres de surface et le nombre d'habitants. Par rapport à 2001 la surface du territoire à l'intérieur du contour 55 dB(A) passe de 5.934 ha à 5.271 ha. Corrélé à ce mouvement, le nombre d'habitants à l'intérieur du contour 55 dB(A) passe de 55.543 à 42.002.

4.4.2 Contours $L_{Aeq,nuit}$

Dans le cas de l'utilisation préférentielle de piste pendant la nuit (selon le VLAREM de 23h00 à 06h00), 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'avions atterrissant pendant la nuit, par rapport à l'année 2001, se traduit par une légère réduction de la crête.

La quasi disparition du lobe de départ dans les contours suite au trafic au décollage à partir de la piste 20 est assez étonnante. En effet, il y a une diminution de l'utilisation nocturne de cette piste: on passe de 32 à 27%. Cette diminution ne peut toutefois expliquer complètement ce rétrécissement. Un examen plus précis de la cause de ce rétrécissement démontre qu'il s'agit d'une conséquence de l'instauration de la route 'Tour du Brabant'. En obligeant les B727 à décoller à partir de la piste 25R, lorsque les conditions atmosphériques sont favorables, il y a une diminution du nombre de départs à partir de la piste 20 pour ce type d'avion. Le passé a déjà confirmé que le B727 était un avion bruyant avec beaucoup d'impact sur les contours de bruit. Cela explique en partie pourquoi le lobe de départ à la piste 25R a seulement subi une petite diminution. Les vols des B727 à partir de la piste 20 ont en effet été déplacés afin d'utiliser la piste 25R.

4.4.3 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 quant aux contours $L_{Aeq,nuit}$ et $L_{Aeq,jour}$ se retrouvent à nouveau dans les contours de bruit L_{DN} .

La diminution des contours de bruit pour les atterrissages sur les pistes 25L et 25R constatée tant pour les contours de jour que de nuit se poursuit également dans les contours de bruit L_{QDN} . L'augmentation de la crête dans la prolongation de la piste 20 (suite au trafic à l'atterrissage sur cette même piste) remarquée dans les graphiques de jour apparaît ici également.

4.4.4 Contours L_{night}

Pour les contours L_{night} , on tient également compte des mouvements entre 06h00 et 07h00, contrairement aux contours $L_{Aeq,nuit}$. Eu égard à l'impact des avions bruyants de DHL qui opèrent jusqu'à 06h00, les contours L_{night} et $L_{Aeq,nuit}$ ne diffèrent pas tellement.

Le trafic aérien entre 6 et 7 heures du matin n'est pas de nature à créer une augmentation supplémentaire de la moyenne.

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

Les conclusions pour les contours L_{DN} selon l'horaire VLAREM s'appliquent également aux contours L_{den} . L'heure de pénalisation supplémentaire de 10dB et la pénalisation pour les vols en soirée augmentent légèrement la taille des contours de bruit dans toutes les directions. La localisation concorde parfaitement avec les contours L_{DN} .

4.5 Nombre d'habitants potentiellement fort gênés

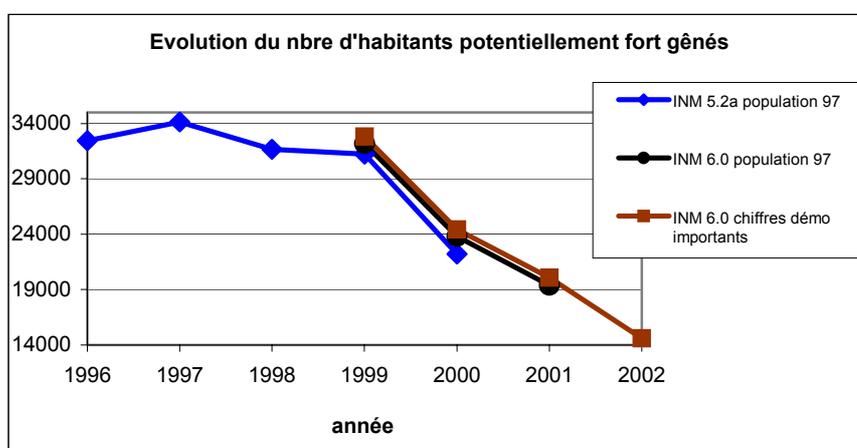
Les contours L_{DN} et le lien entre L_{DN} et une forte nuisance, comme celle constatée par Miedema, 1992, ont servi de base à une évaluation du nombre d'habitants potentiellement fort incommodés à l'intérieur des différentes zones de contours calculées. Le nombre total d'habitants potentiellement fort gênés est passé de 20.073 en 2001 à 14.618 en 2002. Les données détaillées à ce sujet sont reprises à l'Annexe 4. Un aperçu moins détaillé est donné dans le tableau ci-dessous, qui compare le nombre d'habitants potentiellement gênés par commune avec le nombre d'habitants potentiellement gênés ces dernières années. Le tableau reprend les données depuis 1996. Les chiffres de 1996 à 1998 résultent 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. Le nombre d'habitants potentiellement fort gênés reflète les évolutions révélées par l'analyse des cartes de contours. Ce nombre diminue presque partout. On remarque la diminution sur le territoire de Zaventem, ce qui concorde avec la disparition du lobe de départ pour les départs de la piste 20 pendant la nuit.

Tableau 4: Evolution du nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur du contour LDN de 55 dB(A) par commune et 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**	2002**
Données démogr.	1jan'97	1jan'99	1jan'00	1jan'01	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	1804
Evere	2 820	3 539	1 952	1 538	883	1 912	1 105	1 483	1 812	1 204	1 630	752
Grimbergen	5 090	3 885	4 026	3 649	2 205	3 526	2 192	2 519	3 645	2 227	2 544	2063
Haacht	30	41	40	51	44	86	69	49	122	62	46	35
Herent	120	119	145	157	154	197	195	168	192	176	158	126
Huldenberg	0	0	13	39	24	31	24	0	27	24	0	0
Kampenhout	530	492	467	537	435	623	546	469	698	530	461	407
Kortenberg	1 170	765	606	674	556	762	651	656	783	666	665	542
Kraainem	910	1 370	84	406	51	815	175	17	708	175	15	33
Leuven	30	11	20	18	17	48	47	24	26	41	21	8
Machelen	4 740	4 769	4 822	4 678	3 833	4 899	4 146	4 137	5 298	4 274	4 310	3842
Meise	210	963	817	939	148	965	151	291	805	157	295	223
Merchtem	0	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0
Overijse	0	1	37	51	27	37	28	0	52	27	0	0
Rotselaar	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0	0	0
Schaerbeek	0	123	0	0	0	12	0	12	85	0	14	6
Steenokkerzeel	2 980	2 587	2 570	2 518	1 908	2 440	1 898	1 691	2 645	2 013	1 820	1549
Tervuren	0	1 104	1 891	1 716	1 389	1 430	1 297	6	1 265	1 311	6	0
Vilvoorde	4 200	3 225	3 701	3 100	2 165	2 957	2 096	2 168	2 983	2 214	2 293	1905
Wemmel	160	201	159	209	86	202	82	179	200	82	181	126
Wezembeek-O.	370	1 394	1 120	1 600	1 153	1 530	1 147	298	1 547	1 151	296	210
Woluwe-St-Lambert	390	667	44	124	0	221	0	0	199	0	0	0
Woluwe-St-Pierre	370	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zaventem	5 630	6 318	6 933	6 841	5 287	7 034	6 119	3 341	7 166	6 232	3 374	987
Total	32 430	34 123	31 663	31 231	22 201	32 171	23 808	19 387	32 825	24 416	20 073	14618

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

Schéma 6 Evolution du nombre d'habitants potentiellement fort gênés à l'intérieur du contour LDN de 55 dB(A) (calculé selon Miedema, 1992)



Annexe 1 Répartition de l'utilisation des piste en 2002

La répartition de l'utilisation des pistes a été déduite des données introduites dans l'INM pour le calcul des contours de bruit en 2002 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.

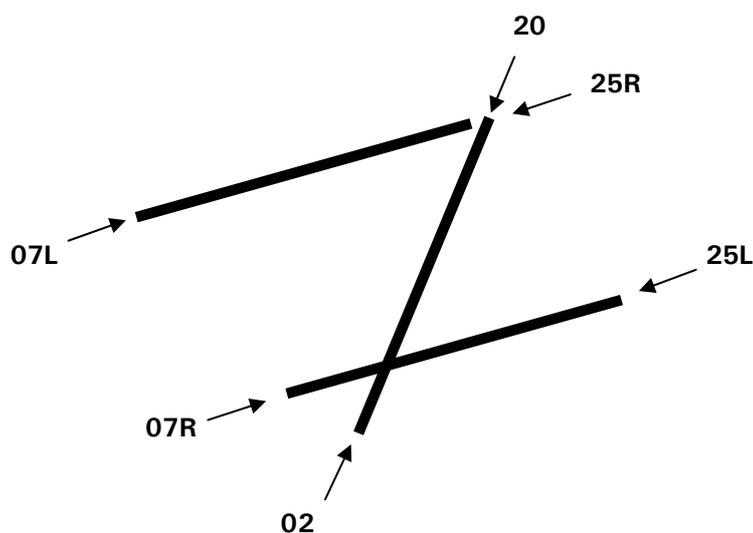


Schéma 7 Configuration et dénomination des pistes de décollage et d'atterrissage à Bruxelles-National

Répartition en pourcentage du nombre de mouvements sur base annuelle (2002)

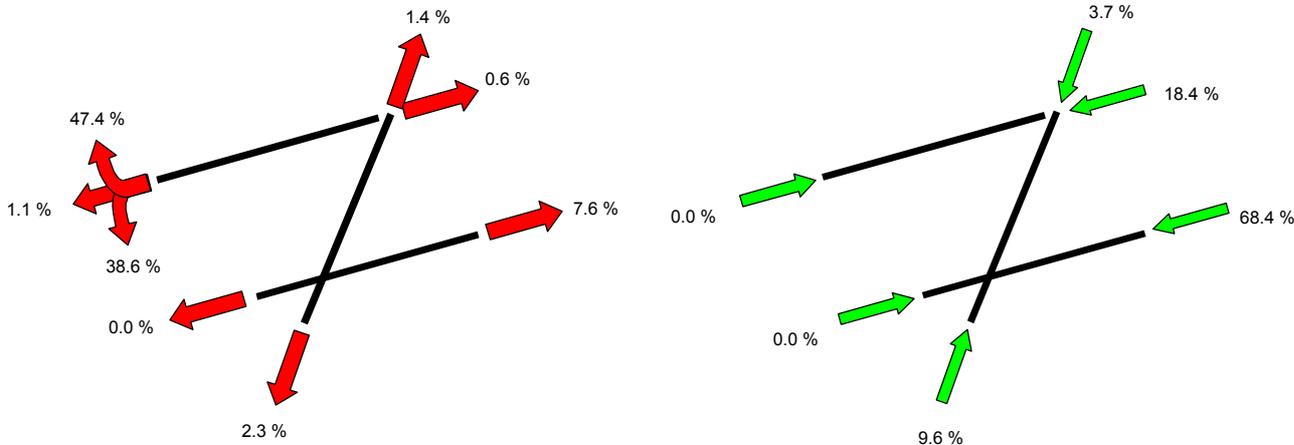


Schéma 8 Répartition en pourcentage du nombre total de départs et d'atterrissages en 2002

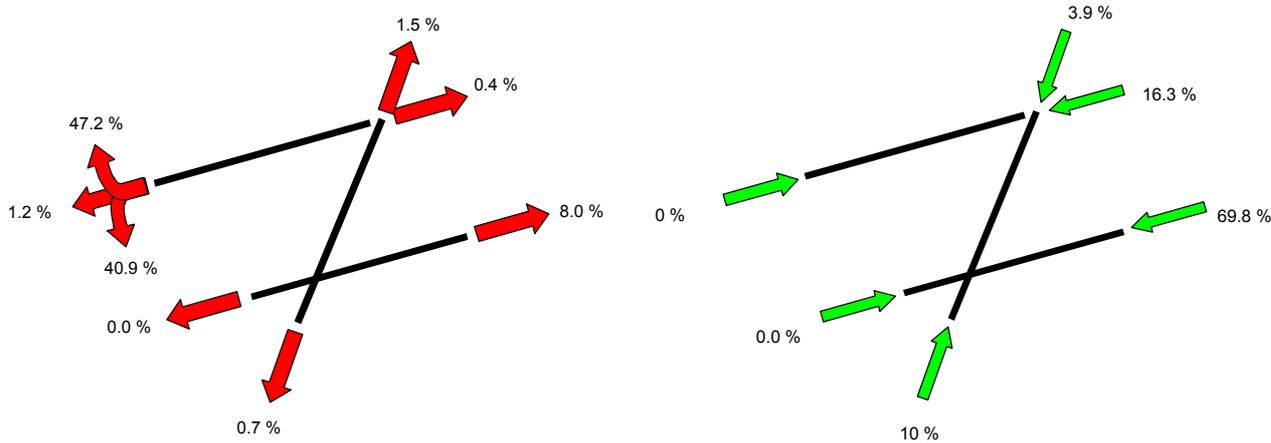


Schéma 9 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages en journée (06:00-23:00) en 2002

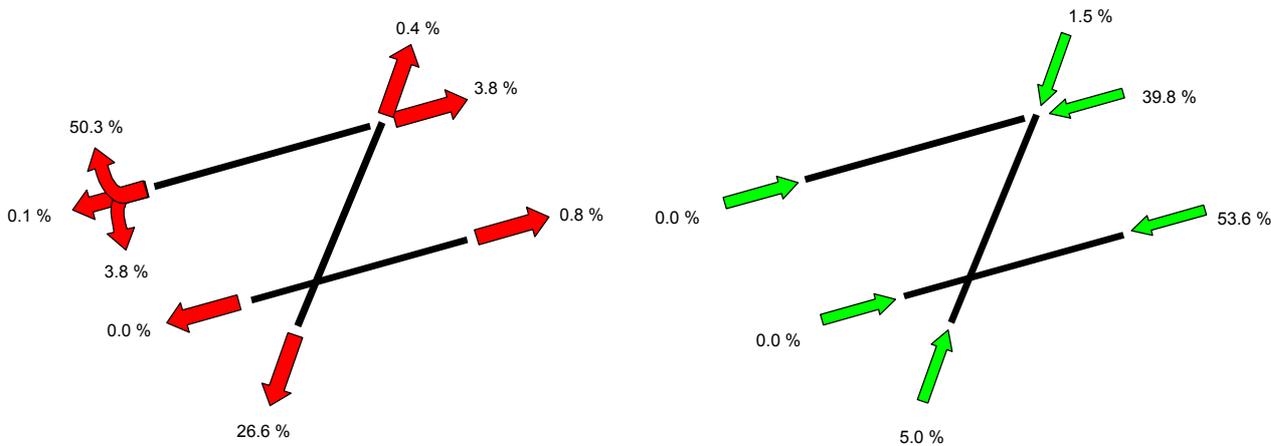


Schéma 10 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages pendant la nuit (23:00-06:00) en 2002

Répartition en pourcentage du nombre de mouvements sur base annuelle (2002) selon la répartition de la journée UE

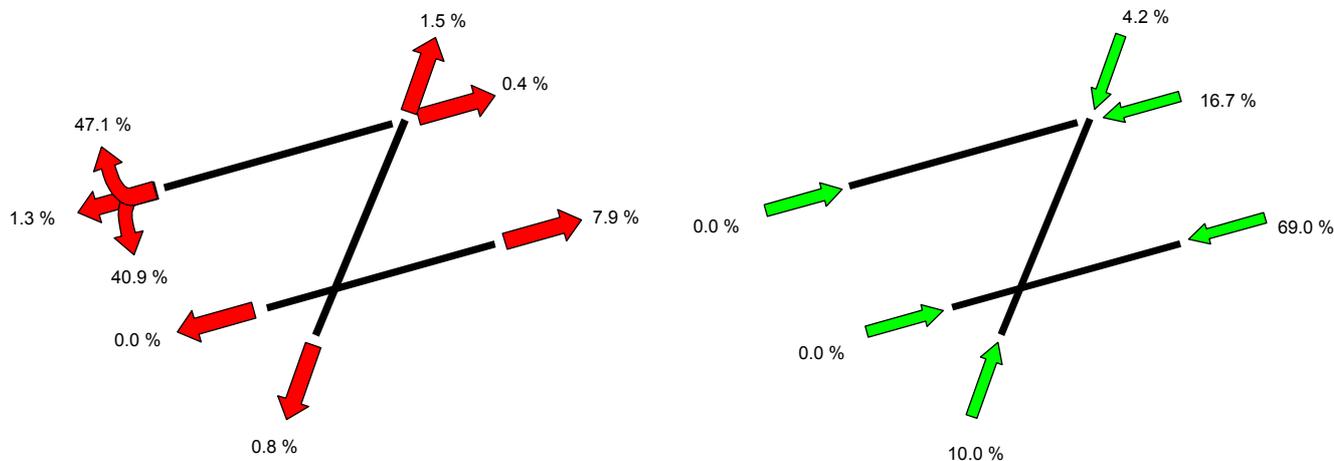


Schéma 11 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages pendant la journée (07:00 – 19:00) en 2002

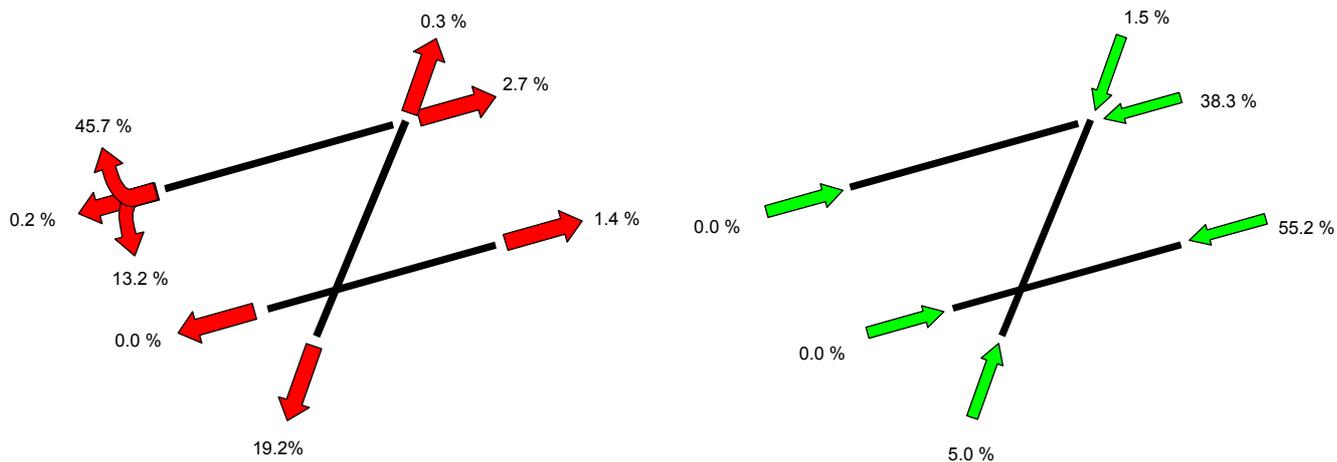


Schéma 12 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages pendant la nuit (23:00-07:00) en 2002

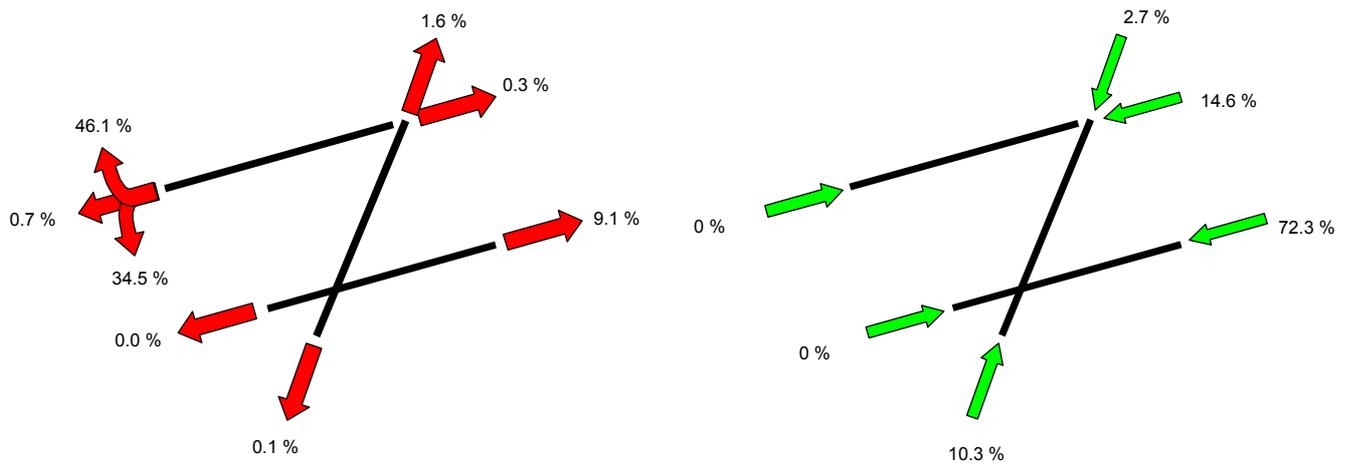
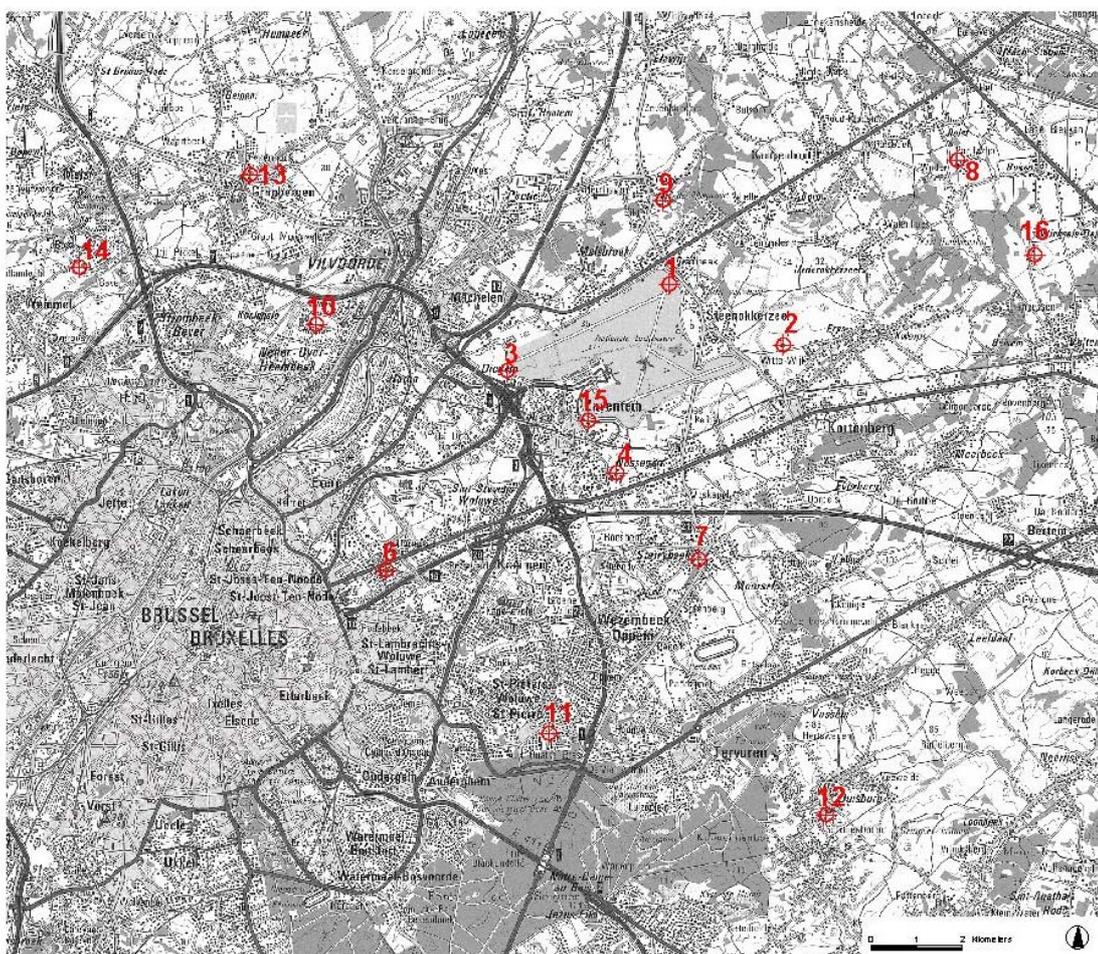


Schéma 13 Répartition en pourcentage du nombre de départs et d'atterrissages en soirée (19:00-23:00) en 2002

Annexe 2 Position des points de mesure



Source: Version en ligne et points de la carte topographique NGI, échelle 1/100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

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
6	Evere	13	Grimbergen
7	Sterrebeek	14	Wemmel
8	Kampenhout	15	Zaventem
		16	Veltem

Annexe 3 Note technique

Méthodologie pour l'introduction de SID dans l'INM

En pratique, pour définir les SID's empruntées la même procédure a été utilisée que pour les calculs de contours de bruit de l'année 2001. Pour plus d'informations concernant cette procédure, nous faisons donc référence au rapport des contours de bruit 2001.

Les groupes utilisés cette année pour déterminer la localisation des routes sont les suivants:

GROUPE 1: B738, B736

GROUPE 2: A319, A320, A321, B733, B735, B734, MD81, MD82, MD83, MD87, MD88, B744, T154, CVLT, RJ85, BA462

GROUPE 3: A30B, A333, B732, B752, B762, B763, C130, RJ1H

GROUPE 4: MD11, B742, DC10, DC87, DC86

GROUPE 5: B722, B721

Annexe 4 Résultats des calculs de contours 2002

Superficies par zone 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 2002

Superficie (ha) Commune	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A) (jour 06-23h, VLAREM)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUXELLES	575	237	13			825
EVERE	195					195
HAACHT	41					41
HERENT	229	1				230
KAMPENHOUT	206	32				238
KORTENBERG	312	226	60	7		606
KRAAINEM	27					27
MACHELEN	323	310	224	82	18	956
SCHAERBEEK	26					26
STEENOKKERZEEL	469	297	178	101	115	1159
VILVOORDE	235					235
WEZEMBEEK-OPPEM	69					69
ZAVENTEM	480	112	37	19	18	665
Total	3186	1214	511	209	150	5271

Tableau 6: Superficies par zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et par commune pour 2002

Superficie (ha) Commune	Zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ en dB(A) (nuit 23-06h, VLAREM)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUXELLES	344	64				408
HERENT	0					0
KAMPENHOUT	130	11				141
KORTENBERG	196	48	6			250
MACHELEN	260	265	145	30	10	710
STEENOKKERZEEL	295	203	114	67	79	758
VILVOORDE	41					41
ZAVENTEM	174	45	17	3	1	239
Total	1441	635	281	101	90	2548

Tableau 7: Superficie par zone de contour L_{DN} et par commune pour 2002

Superficie (ha) Commune	Zone de contour L_{DN} en dB(A) (nuit 23-06h, VLAREM)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUXELLES	409	484	95	0		989
EVERE	138					138
GRIMBERGEN	850					850
HAACHT	148					148
HERENT	317	57				375
KAMPENHOUT	457	168	22			646
KORTENBERG	319	259	100	19	0	698
KRAAINEM	37					37
LEUVEN	36					36
MACHELEN	233	281	280	187	62	1044
MEISE	225					225
SCHAERBEEK	4					4
STEENOKKERZEEL	500	353	241	139	173	1407
VILVOORDE	458	147				605
WEMMEL	124					124
WEZEMBEEK-OPPEM	85					85
ZAVENTEM	544	241	70	24	19	898
Total	4885	1991	808	369	254	8307

Tableau 8: Superficies par zone de contour L_{night} et par commune pour 2002

Superficie (ha) Commune	Zone de contour L_{night} en dB(A) (nuit 23-07h, EU)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUXELLES	350	62				413
HERENT	4					4
KAMPENHOUT	125	10				135
KORTENBERG	209	54	7			270
MACHELEN	265	269	144	30	9	717
STEENOKKERZEEL	295	206	115	67	80	763
VILVOORDE	41					41
ZAVENTEM	172	47	14	5	2	240
Total	1461	648	280	103	91	2583

Tableau 9: Superficies par zone de contour $L_{den,23-07h}$ et par commune pour 2002

Superficie (ha)	Zone de contour L_{den} en dB(A) (soirée 19-23h, nuit 23-07h, EU)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
Commune						
BRUXELLES	354	584	132	5		1075
EVERE	280	2				282
GRIMBERGEN	979	9				988
HAACHT	219					219
HERENT	339	125				464
KAMPENHOUT	510	201	33			744
KORTENBERG	366	274	142	31	2	815
KRAAINEM	111					111
LEUVEN	146					146
MACHELEN	187	291	288	216	82	1063
MEISE	345					345
ROTSELAAR	1					1
SCHAERBEEK	37					37
STEENOKKERZEEL	496	395	262	156	195	1505
VILVOORDE	366	293				659
WEMMEL	167					167
WEZEMBEEK-OPPEM	126					126
WOLUWE SAINT-LAMBERT	7					7
ZAVENTEM	733	306	88	29	24	1180
Total	5770	2479	946	437	303	9935

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 2002*

Nbre d'habitants	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A) (jour 06-23h, VLAREM)					Total
	Commune	55-60	60-65	65-70	70-75	
BRUXELLES	791	3165	92			4048
EVERE	10524					10524
HAACHT	86					86
HERENT	482	0				482
KAMPENHOUT	671	136				807
KORTENBERG	1888	569	28	2		2488
KRAAINEM	106					106
MACHELEN	3454	4090	2590	76	0	10210
SCHAERBEEK	2766					2766
STEENOKKERZEEL	3530	1355	150	5	3	5043
VILVOORDE	1540					1540
WEZEMBEEK-OPPEM	1338					1338
ZAVENTEM	2131	428	4	0	0	2563
Total	29307	9744	2865	83	3	42002

Tableau 11: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ et par commune 2002

Nbre d'habitants	Zone de contour $L_{Aeq,nuit}$ en dB(A) (nuit 23-06h, VLAREM)					Total
	Commune	55-60	60-65	65-70	70-75	
BRUXELLES	2080	656				2736
HERENT	0					0
KAMPENHOUT	401	84				484
KORTENBERG	360	12	2			374
MACHELEN	3868	3139	763	2	0	7771
STEENOKKERZEEL	1608	370	93	2	1	2073
VILVOORDE	102					102
ZAVENTEM	558	4	0	0	0	563
Total	8976	4265	858	3	1	14103

Tableau 12: Nombre d'habitants par zone de contour L_{DN} et par commune 2002

Nbre d'habitants Commune	Zone de contour L_{DN} en dB(A) (nuit 23-06h, VLAREM)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUXELLES	4243	2386	1312	0		7941
EVERE	5986					5986
GRIMBERGEN	14698					14698
HAACHT	257					257
HERENT	817	12				829
KAMPENHOUT	1478	552	119			2150
KORTENBERG	1909	785	107	5	0	2806
KRAAINEM	272					272
LEUVEN	65					65
MACHELEN	1869	3768	3517	1727	21	10903
MEISE	1817					1817
SCHAERBEEK	54					54
STEENOKKERZEEL	3662	2356	630	133	5	6786
VILVOORDE	10175	1005				11180
WEMMEL	1035					1035
WEZEMBEEK-OPPEM	1663					1663
ZAVENTEM	4968	1131	32	0	0	6132
Total	54968	11997	5717	1866	26	74574

Tableau 13: Nombre d'habitants par zone de contour L_{night} et par commune 2002

Nbre d'habitants Commune	Zone de contour L_{night} en dB(A) (nuit 23-07h, EU)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUXELLES	2263	619				2882
HERENT	1					1
KAMPENHOUT	382	79				461
KORTENBERG	414	18	2			434
MACHELEN	3921	3204	698	1	0	7825
STEENOKKERZEEL	1634	369	89	2	1	2096
VILVOORDE	100					100
ZAVENTEM	588	4	0	0	0	593
Total	9303	4293	790	3	1	14390

Tableau 14: Nombre d'habitants par zone de contour $L_{DEN,23-07h}$ et par commune 2002

Nbre d'habitants Commune	Zone de contour L_{den} en dB(A) (soirée 19-23h, nuit 23-07h, EU)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUXELLES	6335	2080	2045	23		10483
EVERE	15090	75				15166
GRIMBERGEN	17098	153				17250
HAACHT	332					332
HERENT	869	130				999
KAMPENHOUT	1617	670	141			2429
KORTENBERG	1934	1068	230	8	1	3241
KRAAINEM	1746					1746
LEUVEN	297					297
MACHELEN	1155	3656	3704	2403	43	10961
MEISE	3121					3121
ROTSELAAR	2					2
SCHAERBEEK	4877					4877
STEENOKKERZEEL	3319	2965	891	162	6	7342
VILVOORDE	9084	3848				12931
WEMMEL	1329					1329
WEZEMBEEK-OPPEM	2597					2597
WOLUWE SAINT-LAMBERT	29					29
ZAVENTEM	9210	1589	149	1	0	10949
Total	80040	16235	7160	2596	50	106081

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 2002*

Nbre d'habitants potentiellement fort gênés Commune	Zone de contour L_{DN} en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUXELLES	612	677	515	0	0	1804
EVERE	752	0	0	0	0	752
GRIMBERGEN	2063	0	0	0	0	2063
HAACHT	35	0	0	0	0	35
HERENT	123	3	0	0	0	126
KAMPENHOUT	219	141	47	0	0	407
KORTENBERG	291	207	41	3	0	542
KRAAINEM	33	0	0	0	0	33
LEUVEN	8	0	0	0	0	8
MACHELEN	316	1048	1485	977	16	3842
MEISE	223	0	0	0	0	223
SCHAERBEEK	6	0	0	0	0	6
STEENOKKERZEEL	592	624	254	77	3	1549
VILVOORDE	1678	226	0	0	0	1905
WEMMEL	126	0	0	0	0	126
WEZEMBEEK-OPPEM	210	0	0	0	0	210
ZAVENTEM	681	293	12	0	0	987
Total	7968	3220	2353	1058	19	14618

Annexe 5 Evolution des superficies et habitants 1996-2002

Evolution des superficies 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 $L_{Aeq,jour}$ (1996-2002)

Superficie (ha) Année	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
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
2002**	3 186	1 214	511	209	150	5 271

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

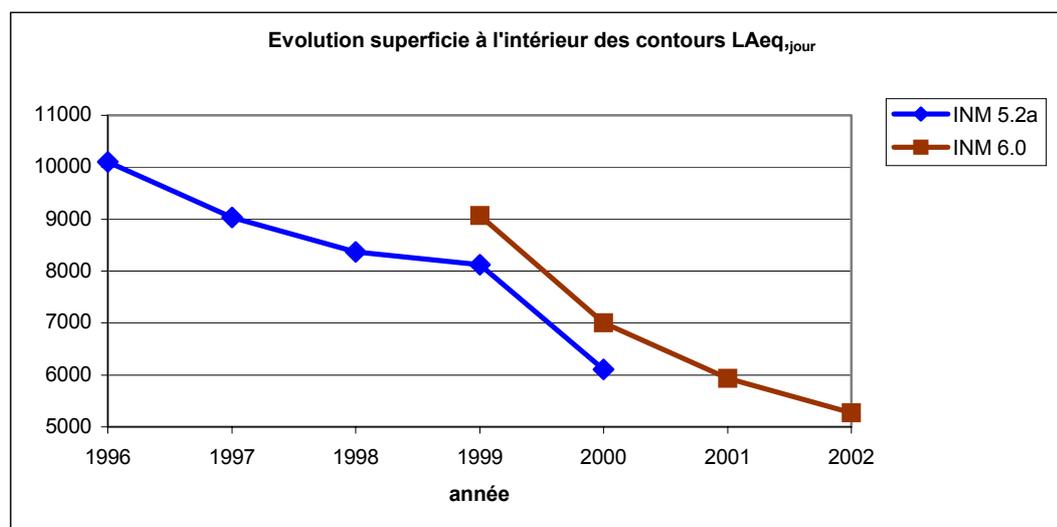
Schéma 14 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2002)

Tableau 17: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq, nuit}$ (1996-2002)

Superficie (ha)	Zone de contour $L_{Aeq, nuit}$ en dB(A)					Total
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
Année						
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
<hr/>						
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
2002**	1 441	635	281	101	90	2 548

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

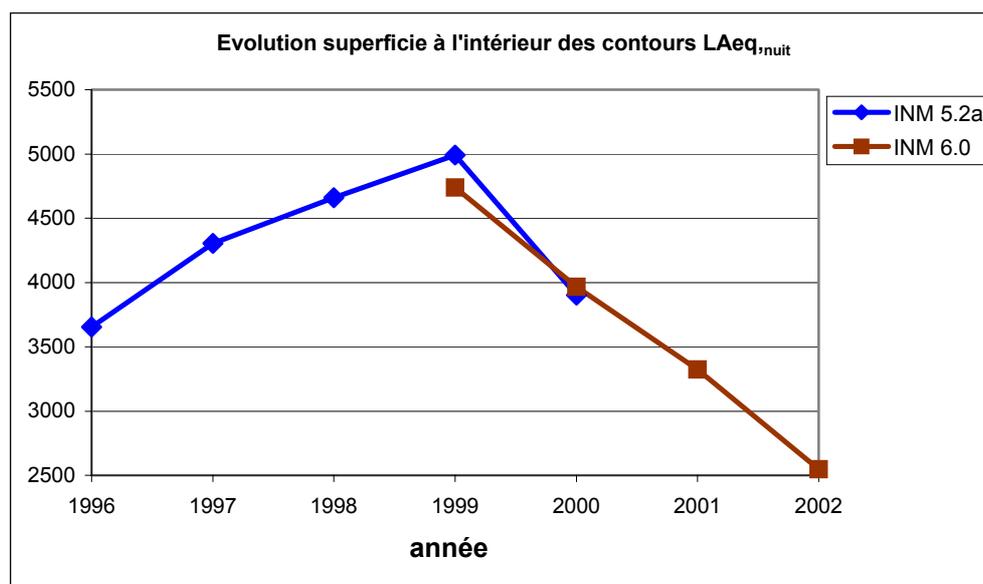
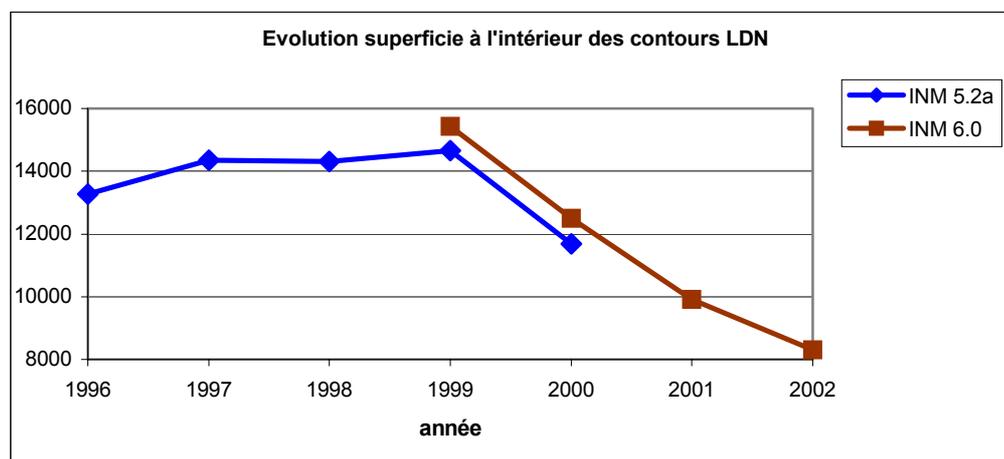
Schéma 15 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{Aeq, nuit}$ (1996-2002)

Tableau 18: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2002)

Superficie (ha)	Zone de contour L_{DN} en dB(A)					Total
	Année	55-60	60-65	65-70	70-75	
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
2002**	4 885	1 991	808	369	254	8 307

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

Schéma 16 Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{DN} (1996-2002)Tableau 19: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours L_{night} (2000-2002)

Superficie (ha)	Zone de contour L_{night} en dB(A)					Total
	Année	55-60	60-65	65-70	70-75	
2000	2045	1013	444	167	154	3823
2001	1805	828	347	137	129	3246
2002	1461	648	280	103	91	2583

Tableau 20: Evolution de la superficie à l'intérieur des contours $L_{den(19-23-07h)}$ (2000-2002)

Superficie (ha)	Zone de contour L _{den} en dB(A)					
Année	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	<i>Total</i>
2000	8979	3386	1431	667	481	<i>14943</i>
2001	6744	2867	1164	523	383	<i>11681</i>
2002	5770	2479	946	437	303	<i>9935</i>

Les tableaux 19 et 20 ont été calculés 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 $L_{Aeq,jour}$ (1996-2002)

Nbre d'habitants	Données démog.	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					Total
		55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996*	1jan1997	99214	17932	9175	1379	110	129325
1997*	1jan1997	98396	16756	7490	1341	83	124066
1998*	1jan1997	70240	15853	8606	1209	73	95981
1999*	1jan1997	65524	13416	6231	1204	70	86445
2000*	1jan1997	36842	11352	3633	468	5	52300
1999**	1jan1997	83788	15993	6658	1159	76	107674
2000**	1jan1997	49887	11760	3867	521	6	66040
2001**	1jan1997	39029	9944	3349	264	4	52591
1999**	1jan1999	85478	16475	6866	1165	67	110051
2000**	1jan2000	51834	12217	4002	503	6	68562
2001**	1jan2001	41264	10536	3502	238	4	55543
2002**	1jan2001	29307	9744	2865	83	3	42002

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

Schéma 17 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq,jour}$ (1996-2002)

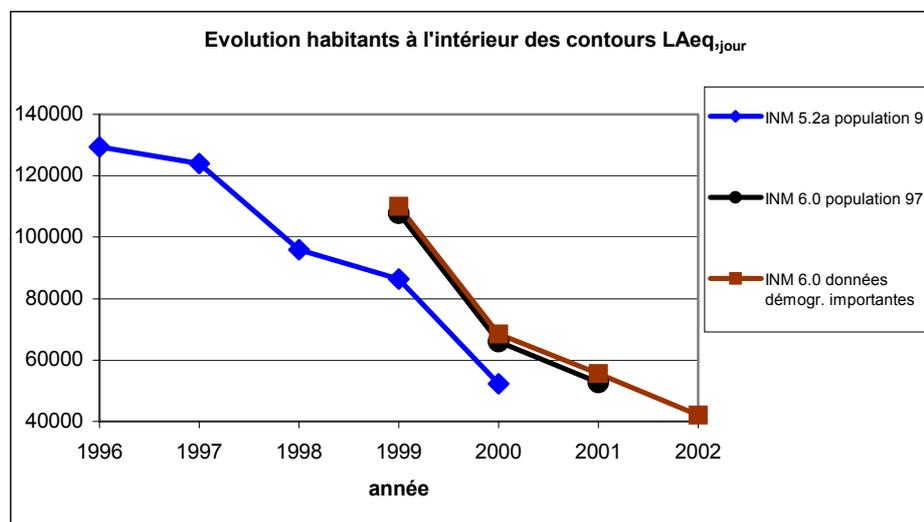


Tableau 22: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq, nuit}$ (1996-2002)

Nbre d'habitants	Données démog.	Zone de contour $L_{Aeq, nuit}$ en dB(A)					Total
		55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
Année							
1996*	1jan1997	17216	5366	1995	42	0	24619
1997*	1jan1997	22180	7916	1575	20	0	31691
1998*	1jan1997	22818	9637	853	31	0	33339
1999*	1jan1997	25131	10474	1652	104	2	37364
2000*	1jan1997	16546	7506	661	46	2	24761
1999**	1jan1997	19641	9960	2438	111	2	32151
2000**	1jan1997	16546	7898	1042	54	2	25541
2001**	1jan1997	12245	5294	1337	17	2	18895
1999**	1jan1999	20147	10286	2484	108	3	33028
2000**	1jan2000	16965	8225	1050	58	2	26300
2001**	1jan2001	12887	5659	1343	13	2	19904
2002**	1jan2001	8976	4265	858	1	1	14103

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

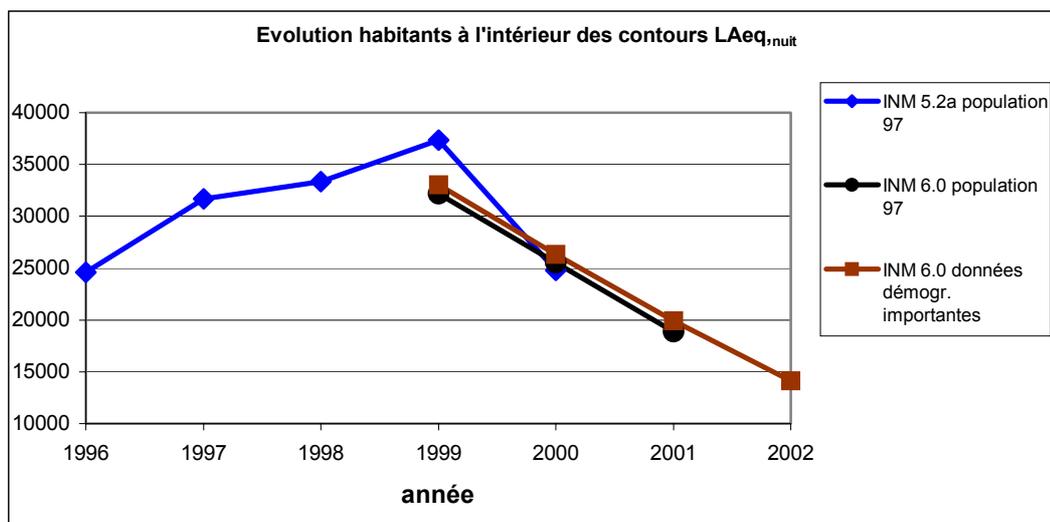
Schéma 18 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{Aeq, nuit}$ (1996-2002)

Tableau 23: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours LDN(1996-2002)

Nbre d'habitants	Données démog.	Zone de contours L _{Aeq,nuit} en dB(A)					Total
		55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
Année							
1996*	1jan1997	100094	29529	11463	3518	174	144778
1997*	1jan1997	116046	30818	11697	3442	177	162180
1998*	1jan1997	89986	33475	13557	3001	145	140164
1999*	1jan1997	90306	33850	13304	3372	224	141055
2000*	1jan1997	70329	20374	9629	1862	82	102276
1999**	1jan1997	101637	31772	13500	3628	252	150788
2000**	1jan1997	76699	20599	10379	2364	98	110140
2001**	1jan1997	66615	17190	6763	2376	57	93000
1999**	1jan1999	103156	32326	13896	3743	246	153366
2000**	1jan2000	77410	21264	10727	2450	94	111944
2001**	1jan2001	68171	18056	7159	2461	45	95891
2002**	1jan2001	54968	11997	5717	1866	26	74574

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

Schéma 19 Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours LDN (1996-2002)

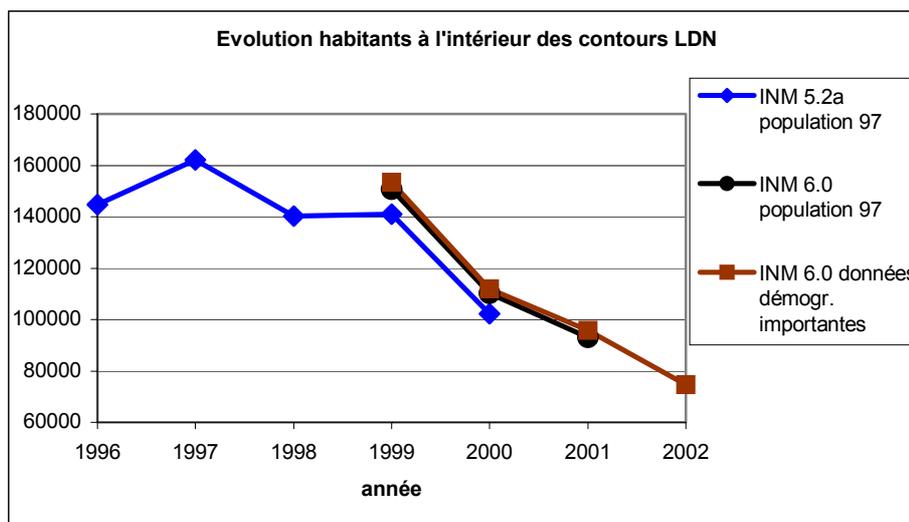


Tableau 24: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours L_{night} (2000-2002)

Nombre d'habitants	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					Total
	Année	55-60	60-65	65-70	70-75	
2000	17012	7697	929	36	2	25677
2001	12595	5597	1096	10	2	19300
2002	9303	4293	790	3	1	14390

Calculé avec INM version 6

Tableau 25: Evolution du nombre d'habitants à l'intérieur des contours $L_{den(19-23-07h)}$ (2000-2002)

Nombre d'habitants	Zone de contour $L_{Aeq,jour}$ en dB(A)					Total
	Année	55-60	60-65	65-70	70-75	
2000	122005	26108	12512	3295	139	164059
2001	101023	22552	8384	3041	73	135073
2002	80040	16235	7160	2596	50	106081

Calculé avec INM version 6

Annexe 6 Contours de bruit sur carte topographique, 2002

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique

Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique

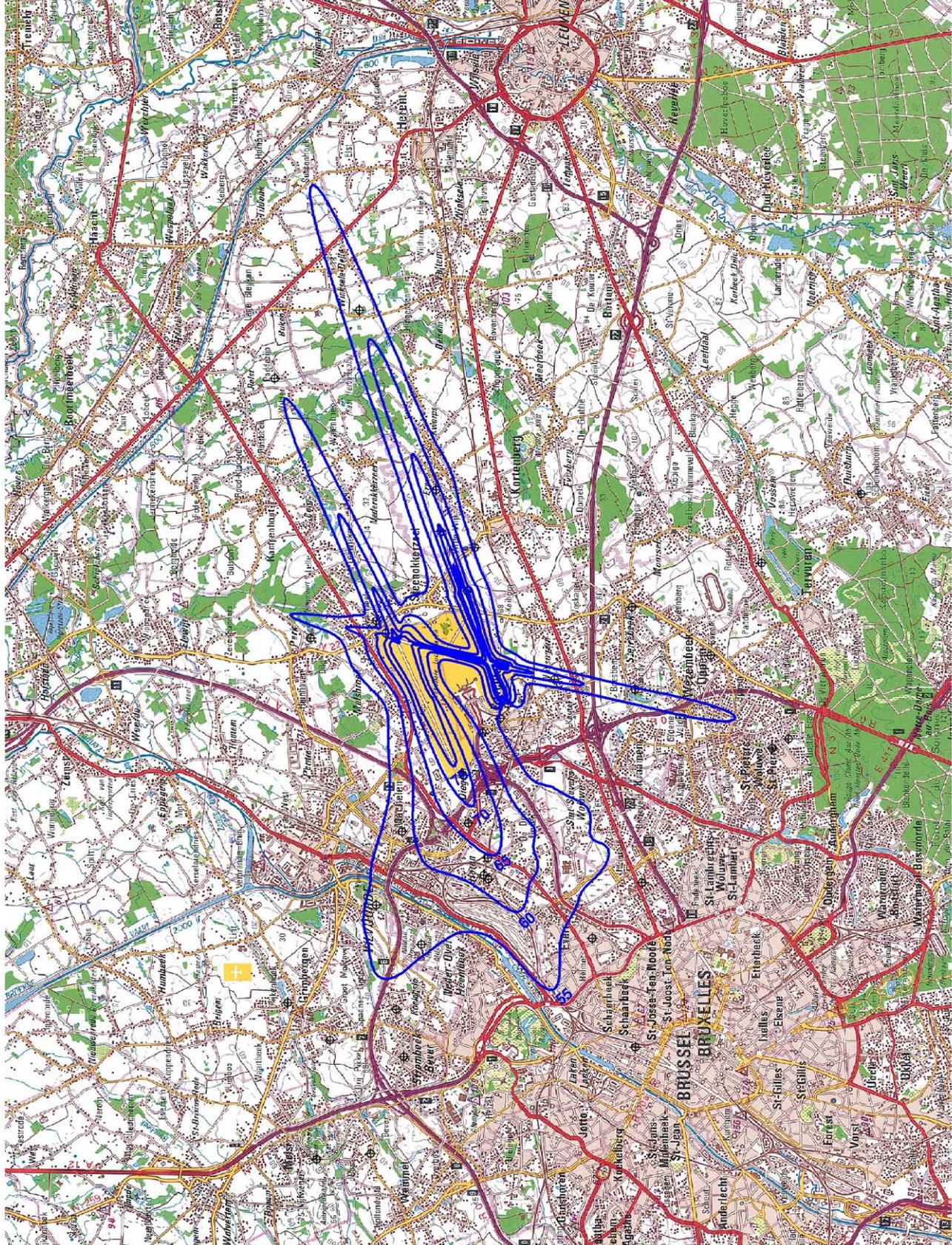
Contours de bruit $L_{Aeq,DN}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique

Contours de bruit $L_{Aeq,night}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique

Contours de bruit $L_{den(19-23-07h)}$ pour 2002, en surimpression sur une carte topographique

L_{Aeq,dag} - geluidscontouren voor 2002

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 2002
- Meetposten



Bronnen

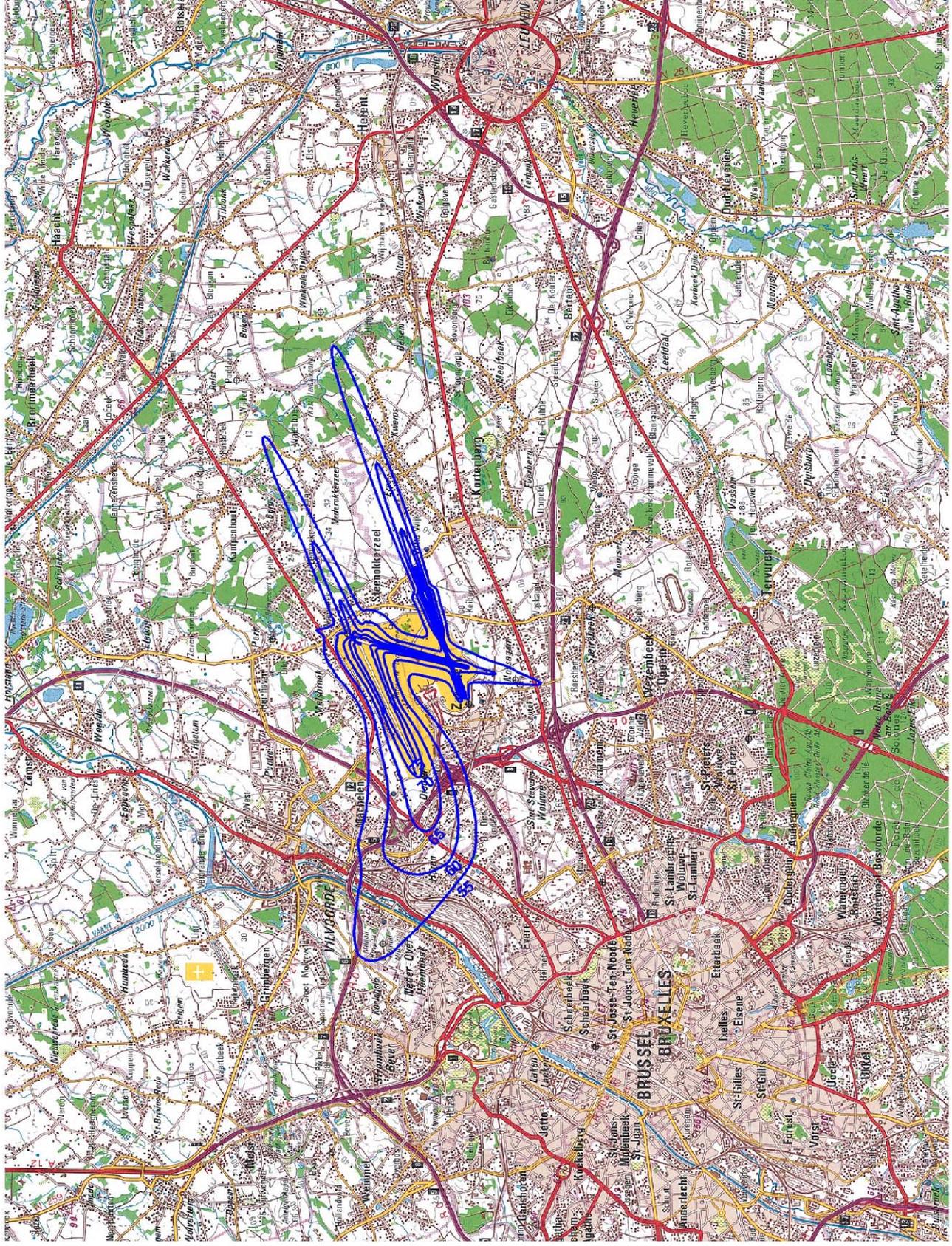
Topografische kaart :
 Rasterversie Topografische kaart NGI schaal 1/100.000 (OC GIS-Vlaanderen)
 Geluidscontouren :
 Berekeningen door ATF m.b.v. het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{Aeq,nacht} - geluidscontouren voor 2002

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 2002

⊕ Meetposten



Bronnen

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

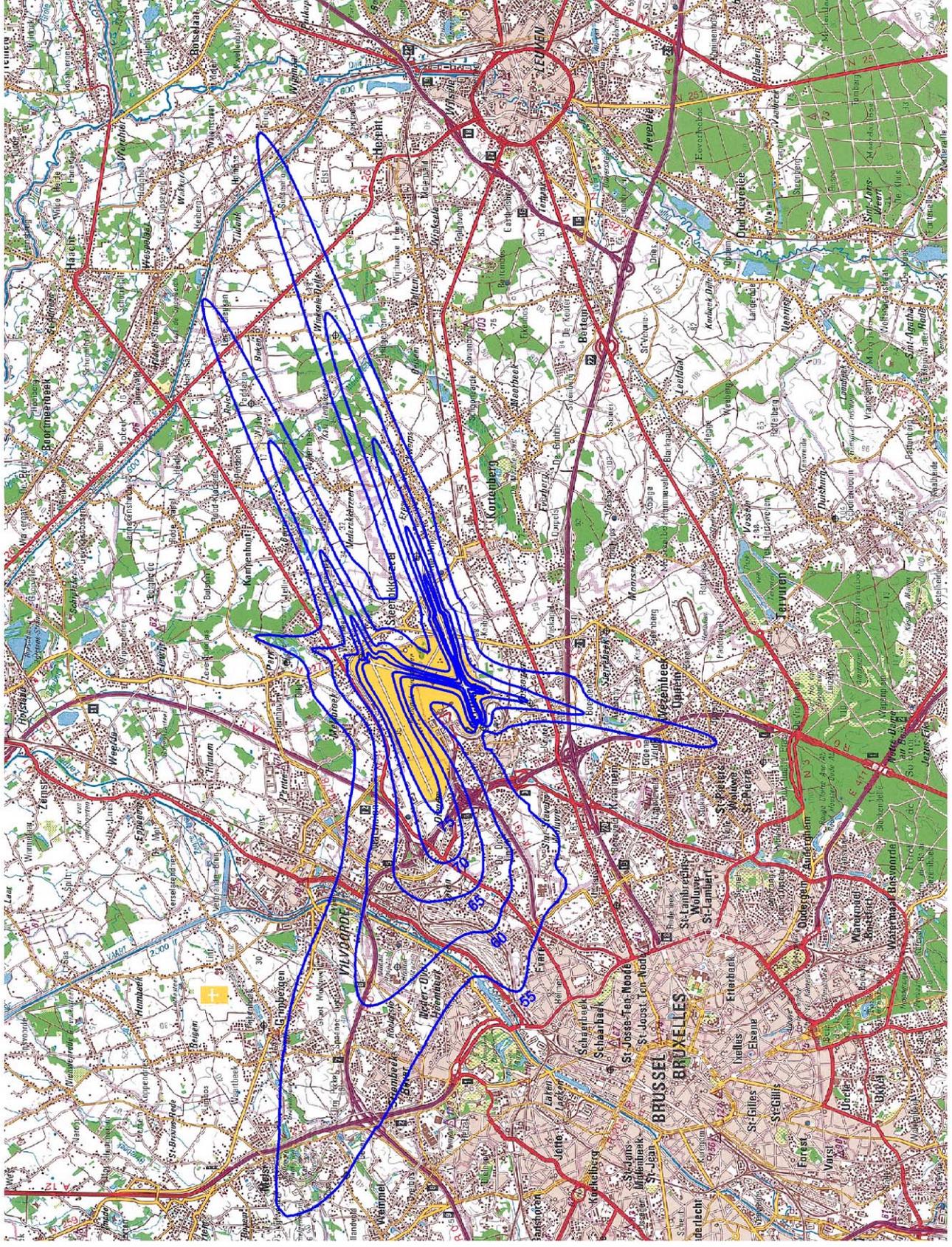
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{DN} - geluidscontouren voor 2002

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 2002

⊕ Meetposten



Bronnen

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

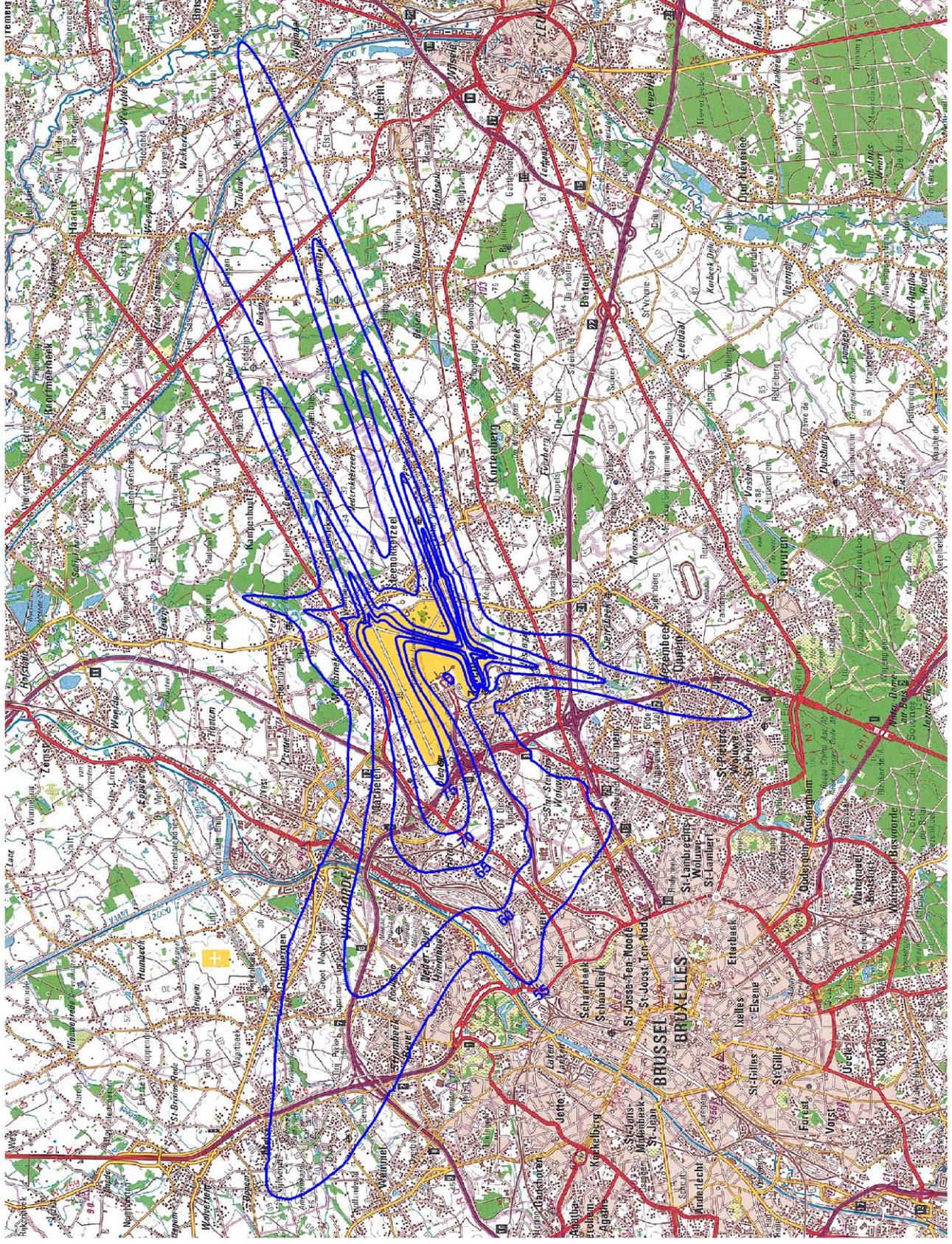
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{DEN} - geluidscontouren voor 2002

EU : 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 2002

 Meetposten

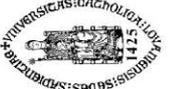


Bronnen

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

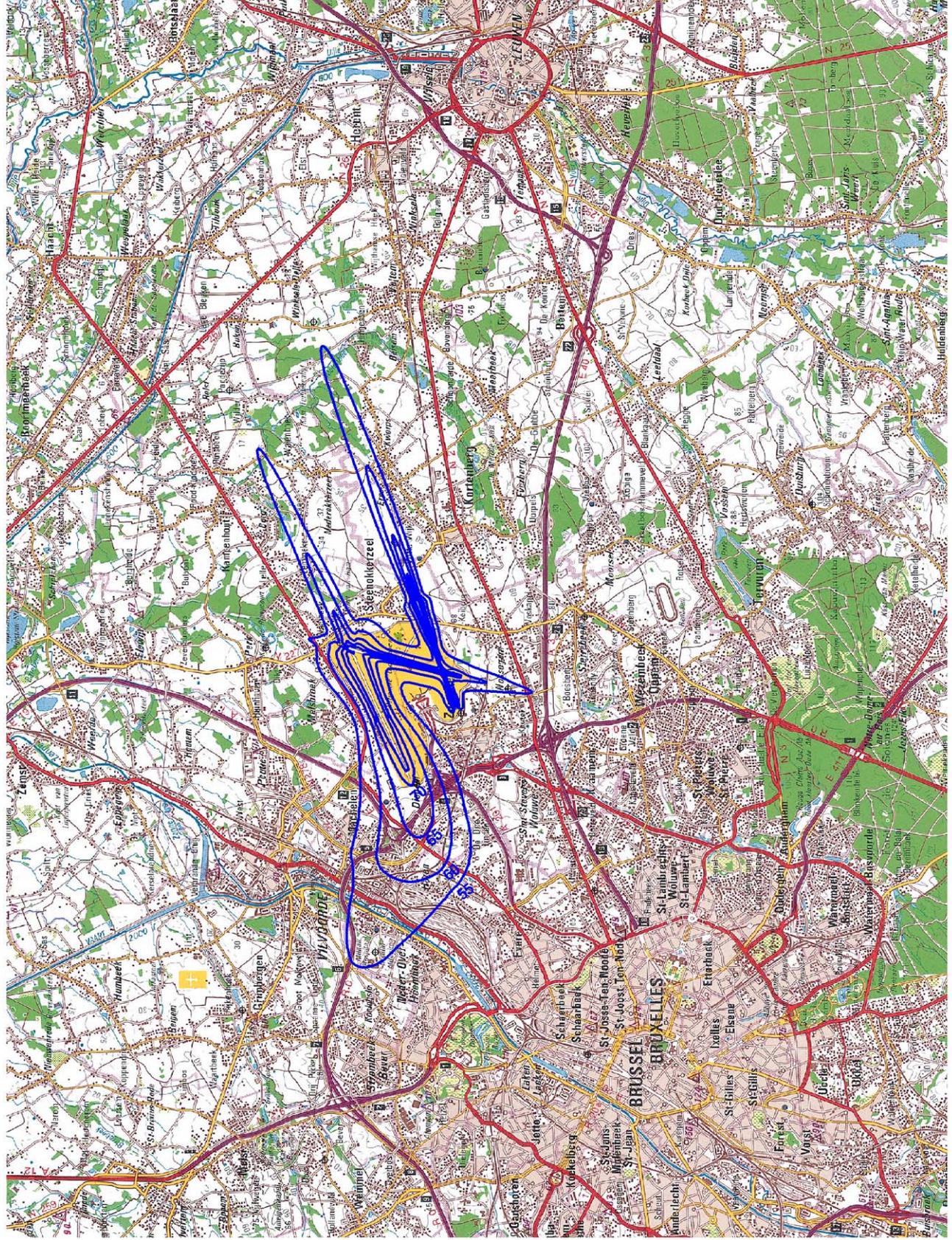
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{night} - geluidscontouren voor 2002

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 2002

⊕ Meetposten

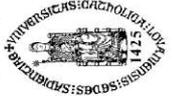


Bronnen

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

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

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



Annexe 7 Contours de bruit sur carte démographique, 2002

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

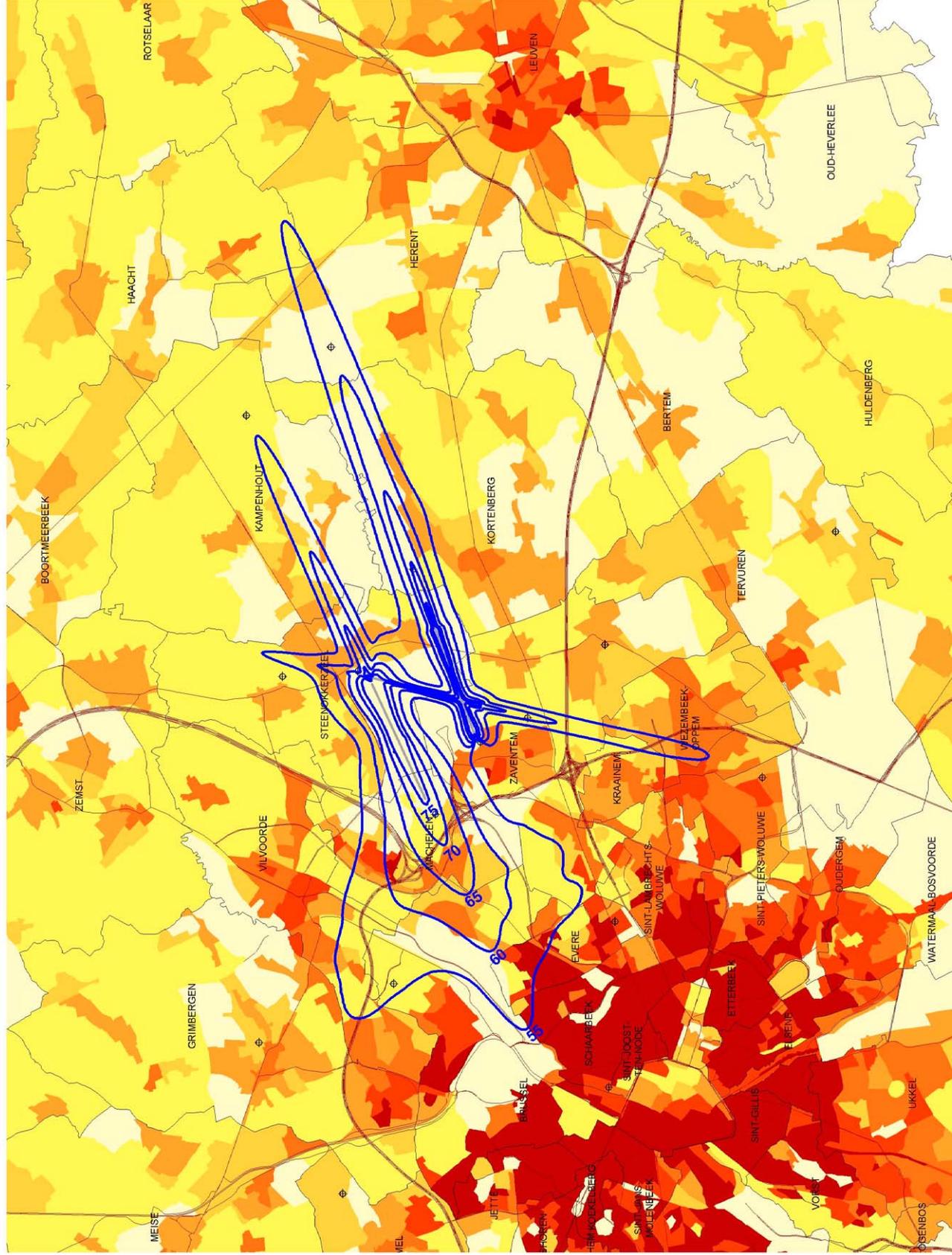
Contours de bruit $L_{Aeq,DN}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit $L_{Aeq,night}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit $L_{den(19-23-07h)}$ pour 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

L_{Aeq,dag} - geluidscontouren voor 2002

VLAREM : dag 06.00u - 23.00u



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

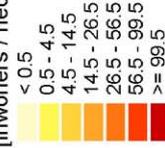
Legende

L_{Aeq,dag} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2002

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid (2001)
[inwoners / hectare]



Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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 2002

VLAREM : nacht 23.00u - 06.00u

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

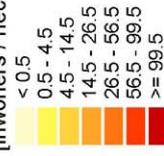
Legende

L_{Aeq,nacht} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2002

Grens fusiegemeente

Meetposten

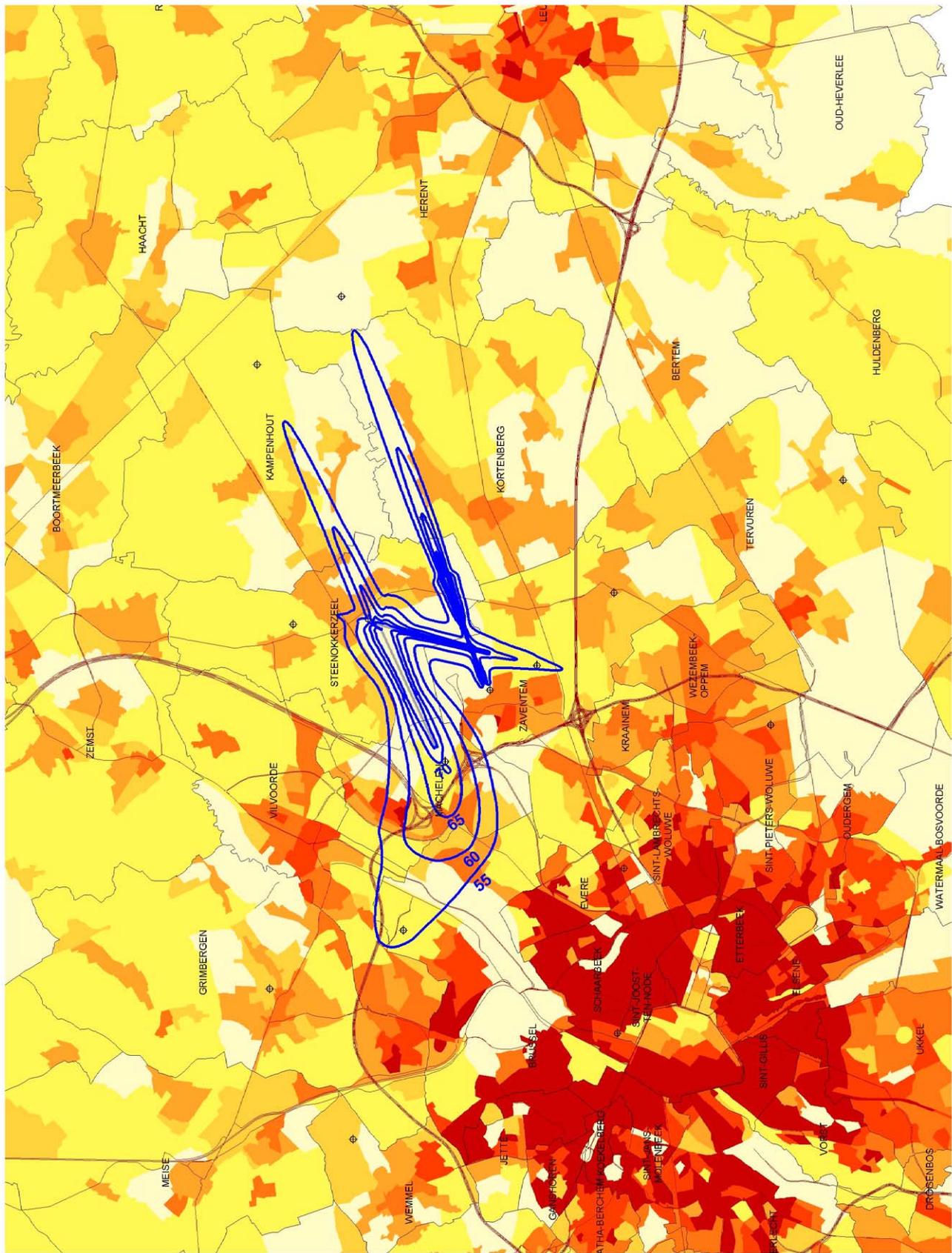
Bevolkingsdichtheid (2001)
 [inwoners / hectare]



Bronnen

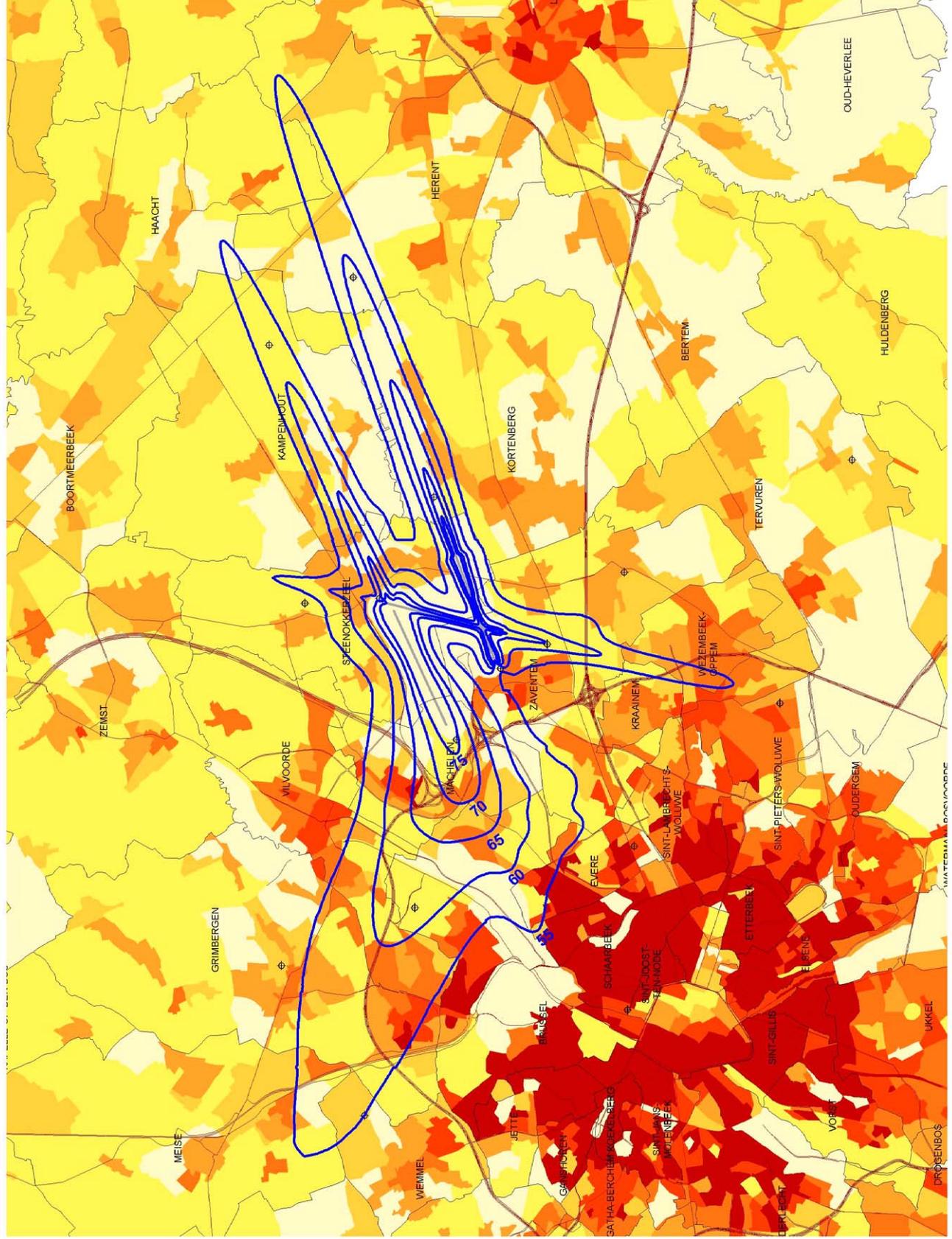
- Bevolkingsgegevens : Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001)
- Statistische sectoren : AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning (OC GIS Vlaanderen)
- Geluidscontouren : Berekeningen door ATF m. b. v. het rekenmodel INM 6.0c
- Wegenpatroon : Street Map, Teleatlas

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



L_{DN} - geluidscontouren voor 2002

VLAREM : nacht 23.00u - 06.00u



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

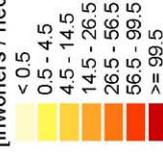
Legende

L_{DN} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2002

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid (2001)
[inwoners / hectare]



Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

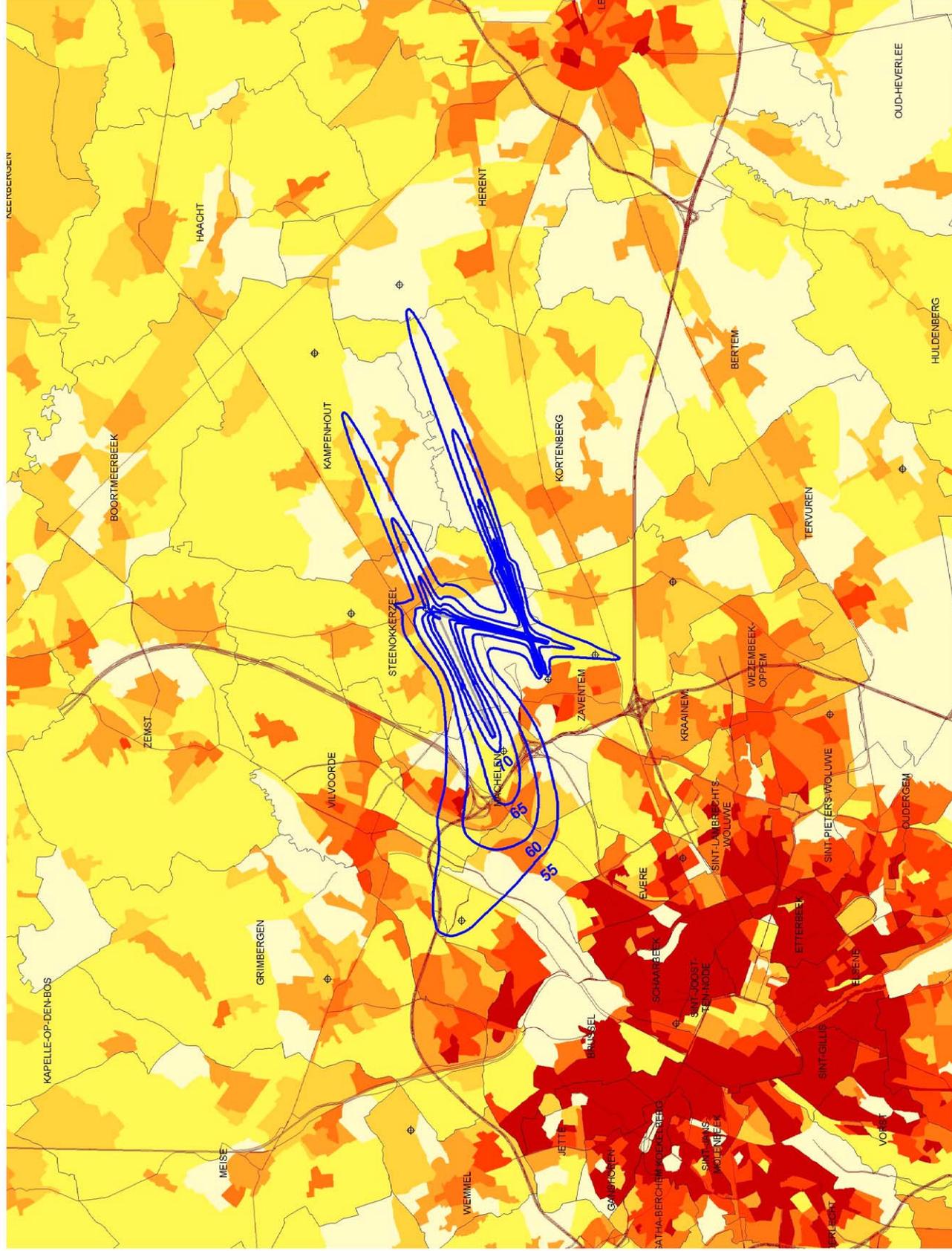
Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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



L_{night} - geluidscontouren voor 2002

EU : nacht 23.00u - 07.00u



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

Legende

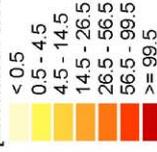
L_{night} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2002

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid (2001)

[inwoners / hectare]



Bronnen

Bevolkingsgegevens :
 Nationaal Instituut voor de
 Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
 AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
 (OC GIS Vlaanderen)

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 8 Cartes de contours de bruit, Evolution 2001-2002

Contours de bruit $L_{Aeq,jour}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit $L_{Aeq,nuit}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit $L_{Aeq,DN}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

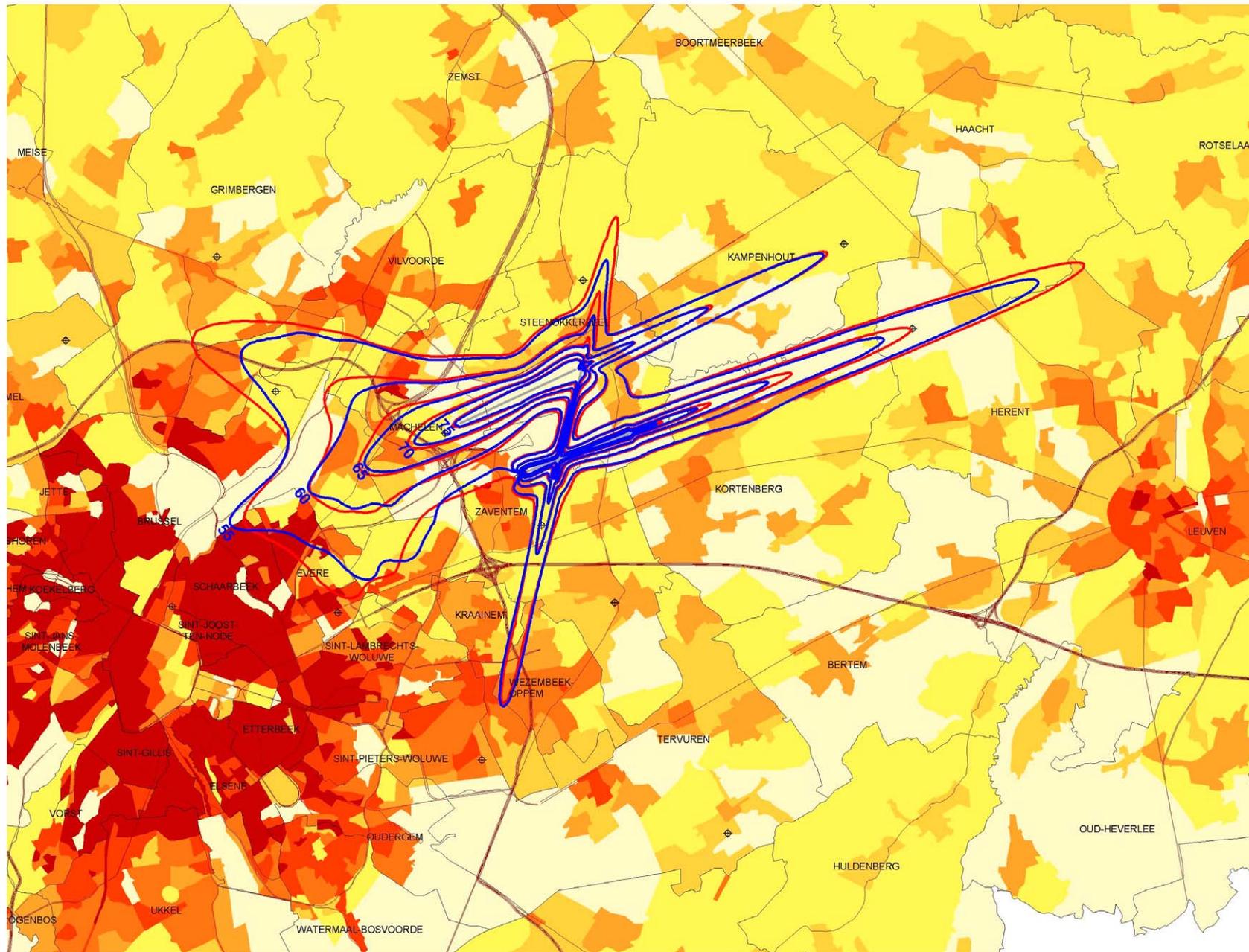
Contours de bruit $L_{Aeq,night}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

Contours de bruit $L_{den(19-23-07h)}$ pour 2001 et 2002, en surimpression sur une carte démographique 2001

Evolutie van de $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren voor 2001 en 2002

VLAREM : dag 06.00u - 23.00u

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



Legende

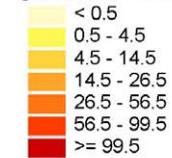
 $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2002

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

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingdichtheid (2001)
[inwoners / hectare]



Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

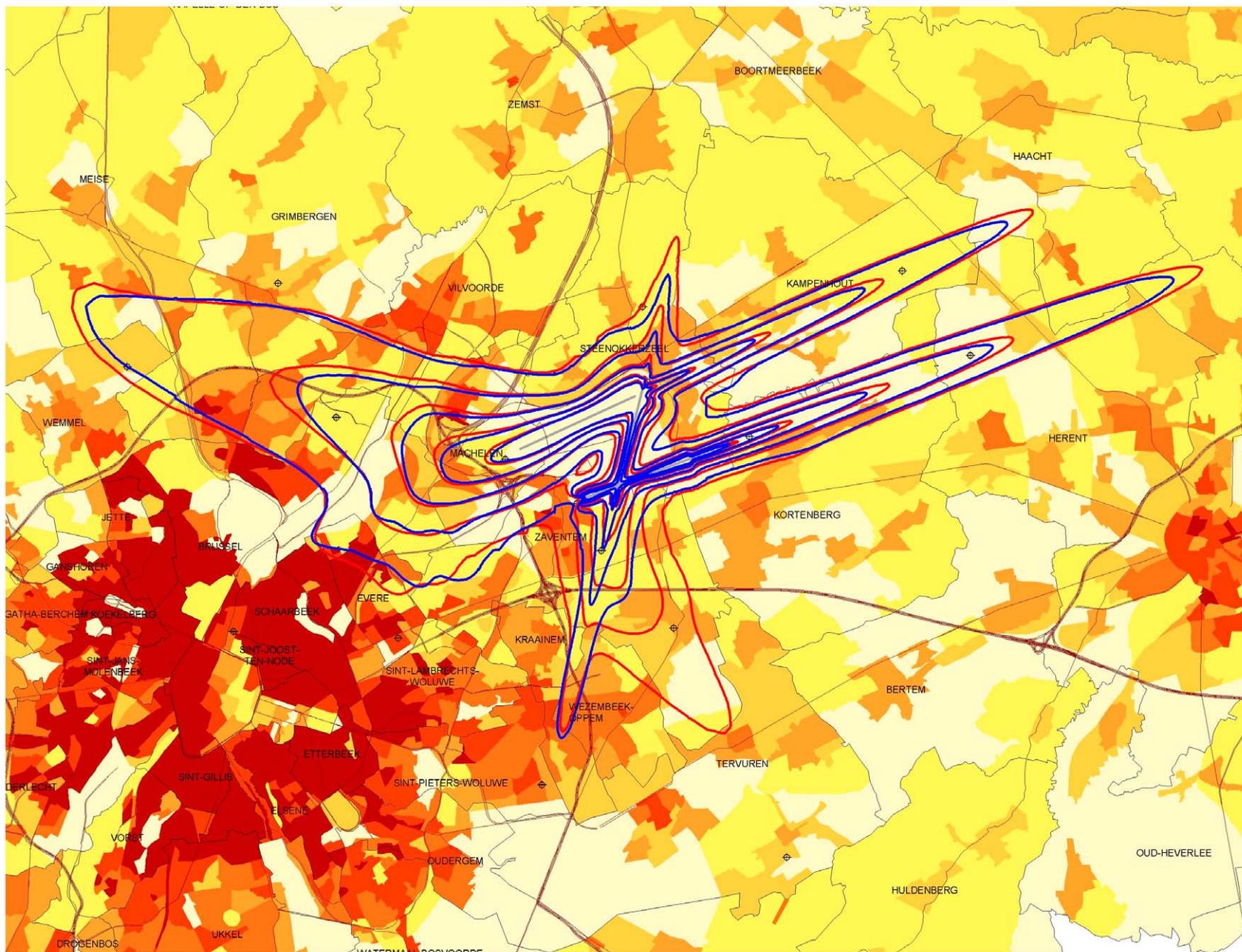
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de L_{DN} - geluidscontouren voor 2001 en 2002

VLAREM : nacht 23.00u - 06.00u

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



Legende

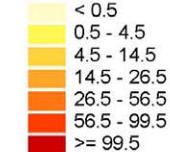
 L_{DN} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2002

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

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingdichtheid (2001)
[inwoners / hectare]



Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

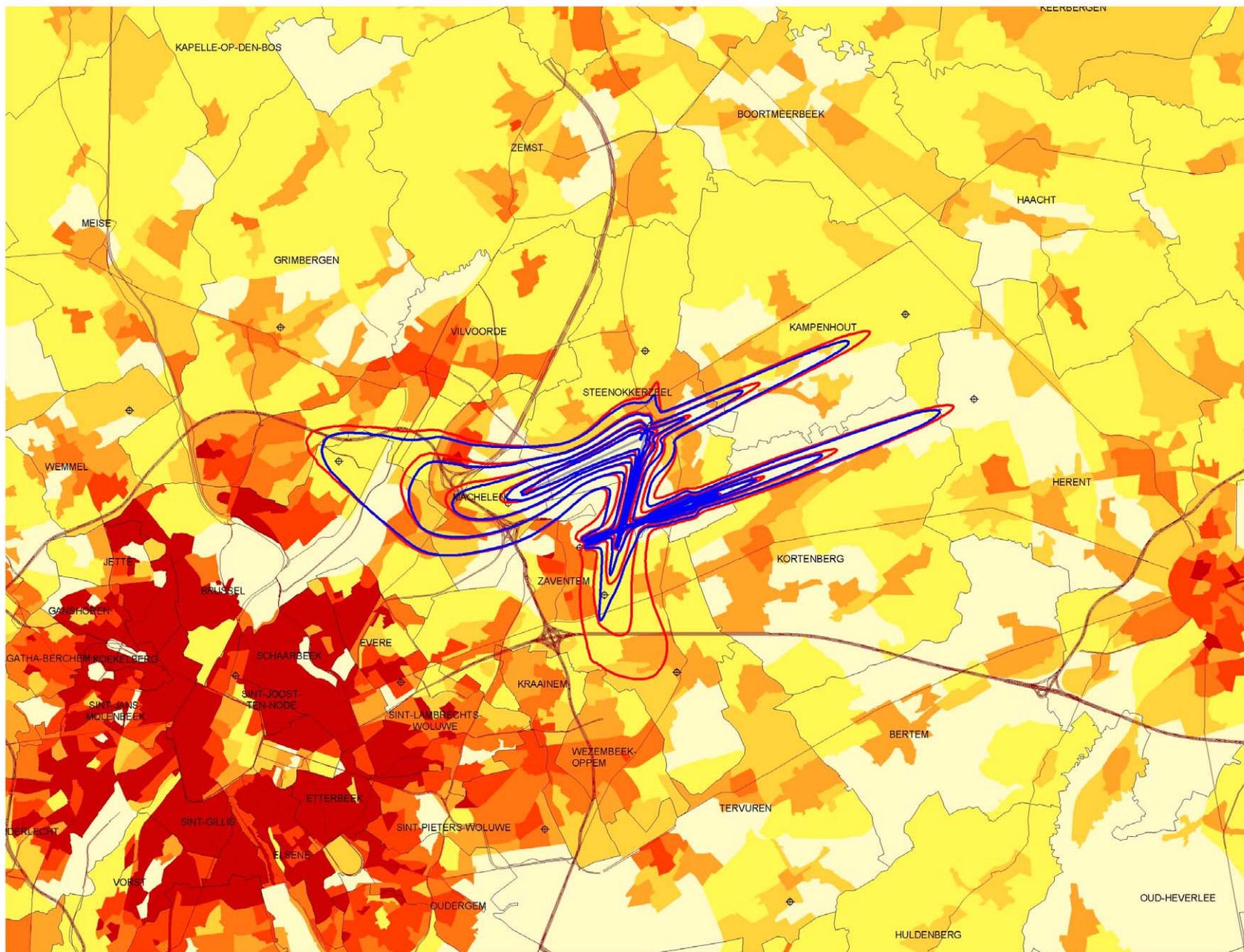
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren voor 2001 en 2002

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 2002

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

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingsdichtheid (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
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

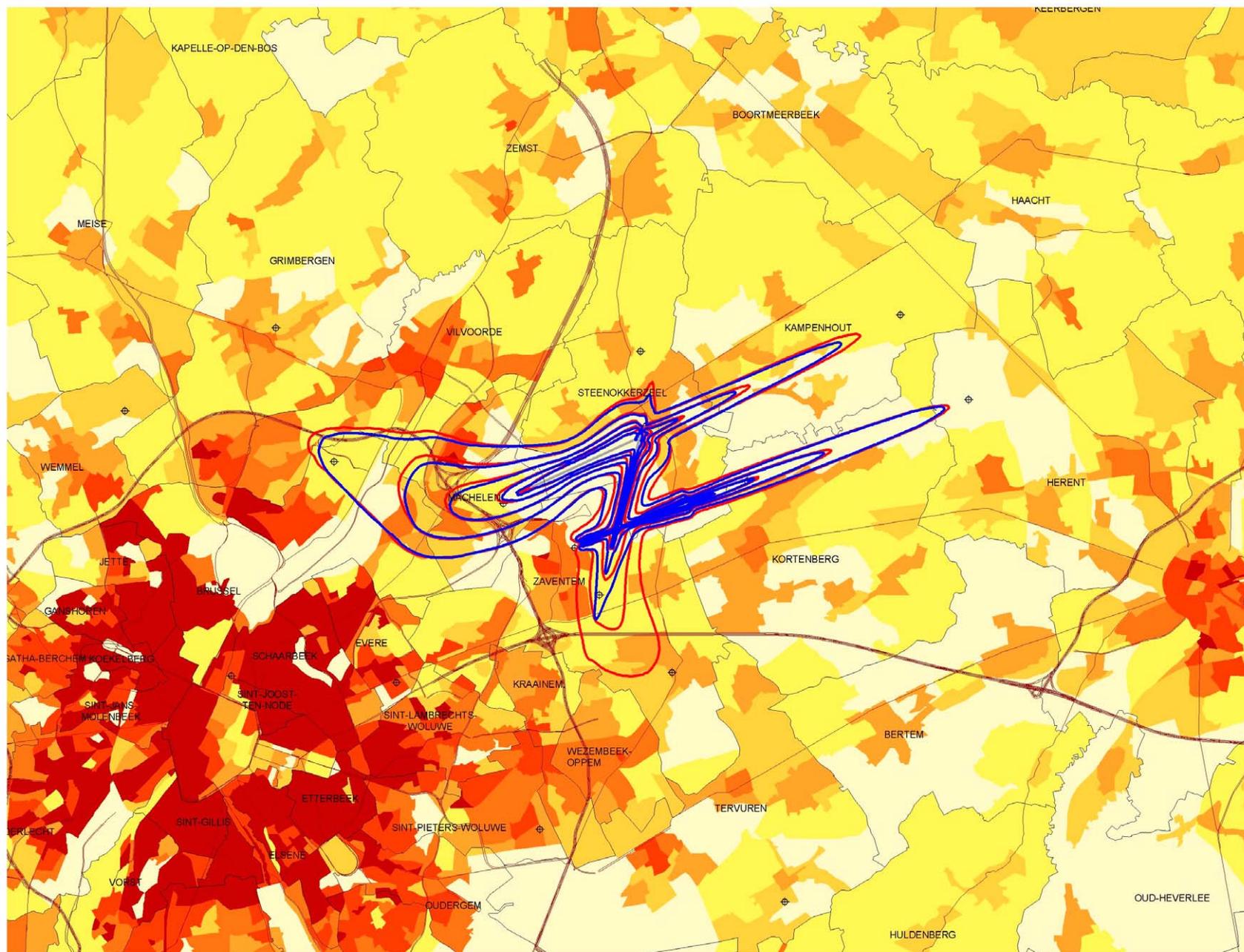
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de L_{night} - geluidscontouren voor 2001 en 2002

EU : nacht 23.00u - 07.00u

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



Legende

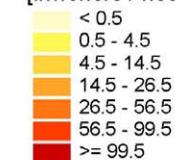
 L_{night} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2002

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

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingsdichtheid (2001)
[inwoners / hectare]



0 2 4 Kilometers 

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

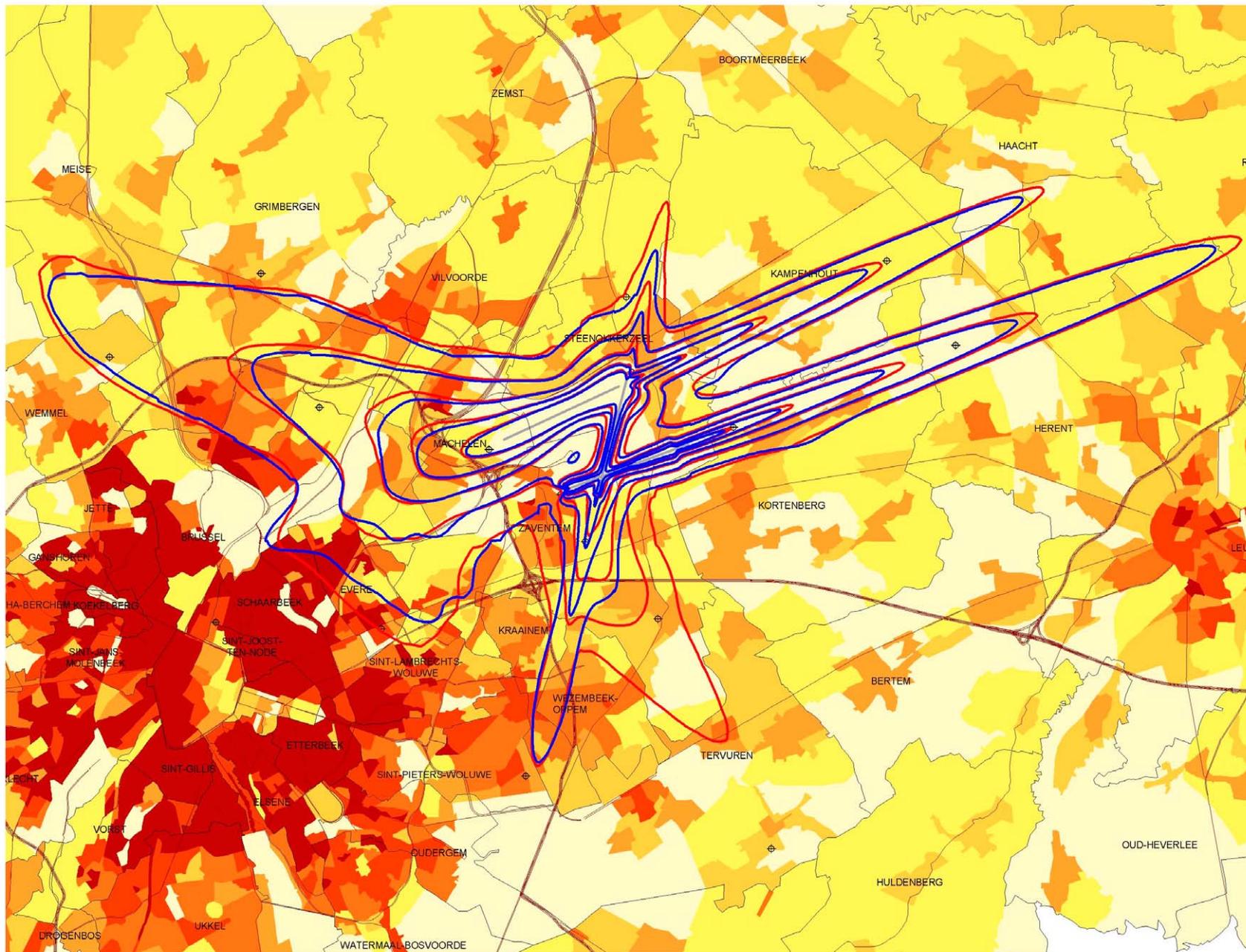
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de L_{DEN} - geluidscontouren voor 2001 en 2002

EU : 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 2002

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

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid (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
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

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

