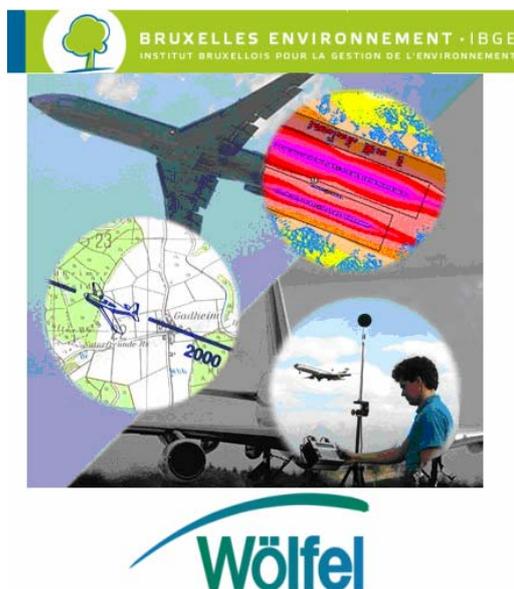


Réalisation d'une cartographie du bruit du trafic aérien pour la Région de Bruxelles-Capitale

Réactualisation 2006



Sujet :	Rapport final
Client :	Bruxelles Environnement Gulledelle 100 1200 Bruxelles
Référence :	VCR/CBU/Avions/ConvWölfel
Numéro de projet WÖLFEL :	IT00042/01
Auteurs :	Edgar WETZEL, WÖLFEL Sebastian IBBEKEN, WÖLFEL
Date de création du document :	09/06/2007 12:30:00
Date de la dernière mise à jour :	09/11/2007 14:16:00 FINALrev3 : orthographe (tout le texte), texte pages 12, 15, 21, 22.

Table des matières

1	Introduction	4
2	Executive Summary	5
3	Méthodologie	7
3.1	Considérations générales	7
3.2	Traitements de la géométrie des routes de vol	8
3.2.1	Comparaison géométrique	9
3.2.2	Visualisation des comparaisons de routes	9
3.2.3	Traitements géométriques	9
3.2.4	Traitements des données relatives aux mouvements	10
3.2.5	Code couleur	12
3.2.6	Conclusions	12
4	Les résultats	13
4.1	Indicateurs L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} et L_{den}	13
4.1.1	Les cartes du bruit	13
4.1.2	Evaluation de l'impact sur la population	18
4.2	Statistiques de dépassement d'un seuil	20
4.3	Dépassements des valeurs limites de l'arrêté bruit des avions	23
5	Validation : Comparaison avec les mesures	29
5.1	Réseau de stations de mesure en Région de Bruxelles-Capitale	29
5.2	Réseau de stations de mesures de la RBC dans le modèle IMMI	30
5.3	La validation des calculs	30
5.3.1	Validation des niveaux sonores calculés pour les indicateurs de type Leq ou assimilé 30	

5.3.2	Validation des niveaux sonores calculés pour les indicateurs statistiques	31
6	Evolution des niveaux de bruit de 2004 à 2006	33
6.1	Évolution des niveaux sonores	33
6.2	Évolution de l'impact sur la population bruxelloise	35
	ANNEXE	36

1 Introduction

En mai 2007, Bruxelles Environnement/Leefmilieu Brussels a chargé la société WÖLFEL Messsysteme. Software GmbH & Co K.G. (WÖLFEL) de la réalisation d'une cartographie du bruit du trafic aérien en Région de Bruxelles-Capitale. L'objet de la mission est la réactualisation du cadastre du bruit du trafic aérien de l'aéroport de Bruxelles-National réalisé pour l'année 2004 pour la Région de Bruxelles-Capitale sur base de données représentatives de l'année 2006.

La réalisation de la cartographie du bruit du trafic aérien pour les mouvements de l'année 2006 doit permettre de répondre aux exigences de la directive européenne 2002/49/CE concernant la production de cartes stratégiques du bruit sur le territoire des agglomérations de plus de 250.000 habitants. L'agglomération bruxelloise est composée de 19 communes (Ville de Bruxelles, Koekelberg, Auderghem, Schaerbeek, Berchem-Sainte-Agathe, Watermael-Boitsfort, Etterbeek, Ganshoren, Uccle, Ixelles, Jette, Forest, Saint-Gilles, Evere, Woluwe-Saint-Lambert, Anderlecht, Woluwe-Saint-Pierre, Saint-Josse-ten-Noode, Molenbeek-Saint-Jean) qui, ensemble constituent la Région de Bruxelles-Capitale. Le trafic aérien survolant la Région ne représente qu'une des sources de bruit qui déterminent la qualité de l'environnement sonore sur le territoire de la Région.

Le bruit du trafic aérien résulte du survol du territoire de la Région soit après décollage de l'aéroport de Bruxelles-National (EBBR), soit pour atterrir sur le même aéroport. Cet aéroport est localisé en dehors de la Région de Bruxelles-Capitale, à Zaventem, en Région Flamande. Cette mission doit également permettre au Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale de disposer d'un outil d'aide à la décision pour l'évaluation aussi bien des nuisances sonores subies par les bruxellois que des impacts liés à des modifications du trafic aérien proposées par les Autorités fédérales. Ainsi des cartes et indicateurs compatibles avec l'ordonnance du 1^{er} avril 2004 transposant la directive européenne en législation régionale ont été calculés. En outre, les dépassements des normes fixées dans l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à la lutte contre le bruit des avions du 27 mai 1999 ont été déterminés.

Le présent rapport détaillé est le rapport final du projet « Réalisation d'une cartographie du bruit du trafic aérien pour la Région bruxelloise, VCR/CBU/Avions/ConvWolfel ».

2 Executive Summary

L'ordonnance bruit de 2004 transposant la directive européenne 2002/49/CE impose la production d'une cartographie de bruit stratégique relative au bruit dû au survol de la Région de Bruxelles-Capitale pour l'année de référence 2006.

Il s'agit là du deuxième exercice de cartographie du bruit du trafic aérien pour la Région de Bruxelles-Capitale. Les premières cartes furent produites pour l'année de référence 2004. Parmi les conclusions de cette première étude figurait la nécessité de disposer de données plus concrètes quant aux trajectoires empruntées par les avions au-dessus de la Région de Bruxelles-Capitale. Ceci dans un but de pouvoir procéder à un placement plus exact des sources de bruit, qui en 2004 étaient numérisées sur base des descriptions théoriques des AIP. Une amélioration de la qualité des cartes du bruit calculées était envisagée.

Les moyens techniques des gestion des données radar ainsi que les accords de livraison de ces données avec BELGOCONTROL en place, une modélisation des routes plus proches des trajectoires effectivement empruntées devient possible. En fait, à l'aide du logiciel KARLA des tracés moyens mensuels des routes principales ont été calculés. Suite à l'étude des différences spatiales entre les routes théoriques des AIP et ces tracés moyens mensuels des corrections géométriques ont été apportées. L'effet sur la qualité des cartes calculées a été démontré à l'aide d'une comparaison entre niveaux sonores mesurés aux stations du réseau permanent de mesure et niveaux sonores calculés pour ces mêmes emplacements. Ces comparaisons apportent la preuve de l'amélioration de la qualité des cartes produites suite à la correction de la position des sources sonores théoriques à l'aide des tracés moyens.

L'étude de l'évolution des niveaux sonores entre 2004 et 2006 sur base des routes théoriques révèle une tendance à la hausse. Pour la période d'évaluation nuit, la tendance vers une augmentation en terme de niveaux ainsi qu'en terme de surface exposée est très claire. Ces observations sont confirmées par une comparaison des niveaux sonores mesurés en 2004 et en 2006.

Les cartes stratégiques du bruit ont été calculées pour les indicateurs de l'ordonnance bruit de 2004 :

- L_{day} (période d'évaluation Jour 07-19h),
- $L_{evening}$ (période d'évaluation Soirée 19-23h),
- L_{night} (période d'évaluation Nuit 23-07h), et
- L_{den} (indicateur composé des indicateurs L_{day} , $L_{evening}$ et L_{night} avec des pénalités respectives de +5dB et +10 dB pour $L_{evening}$ et L_{night})

A noter que les périodes d'évaluation de l'ordonnance ne coïncident pas avec les périodes d'exploitation Jour et Nuit de l'aéroport. Les calculs ont été faits pour les périodes de référence « année globale », « jours de semaine » et « week-end ».

Toutes ces cartes présentent un contour en forme de « languette » plus ou moins prononcé qui est centré sur la route SOP3D-25R. Pour certaines périodes de référence d'autres routes proches contribuent à un élargissement de cette « languette ». Il s'agit là des routes CIV7D-25R et CIV1E-25R. Cette languette est toujours bien développée dans les cartes de la période d'évaluation « nuit », mais les niveaux représentés dans les cartes sont inférieurs à ceux des autres périodes d'évaluation. La situation en période d'évaluation « nuit » est moins avantageuse le week-end.

Afin de pouvoir évaluer l'impact des événements bruyants sur la population bruxelloise, des cartes du nombre des dépassements du seuil $L_{Amax}=70$ dB(A) ont été calculées. Les fréquences les plus élevées de dépassements sont trouvées à proximité de l'aéroport. Cependant, le calcul de l'exposition démontre que la densité de population est faible dans les zones touchées. Pour la période de référence « année globale », on trouve que à peu près 4% de la population bruxelloise sont susceptibles d'être exposés à 10-20 dépassements du seuil en journée, environ 3% à 5-10 dépassements et environ 10% à 1-5 dépassements. Les week-ends, ces pourcentages passent à environ 7% (10-20 dépassements), 10% (5-10 dépassements) et 7% (1-5 dépassements). Les week-ends, les pourcentages de la population exposée à 1-5 dépassements du seuil sont de 8% et de 3% respectivement pour les périodes d'évaluation soir et nuit.

Les calculs ont été validés aussi bien pour les cartes L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} et L_{den} (indicateurs de type Leq) que pour les cartes du nombre des dépassements du seuil $L_{Amax}=70$ dB(A) (indicateur statistique). La validation a été faite pour les deux périodes de référence « année globale » et « week-end ». Les comparaisons avec les stations du réseau dédiées à la mesure de l'impact sonore dû au survol montrent de bonnes corrélations des indicateurs de type Leq pour la période d'évaluation « année globale » et de l'indicateur statistique pour les deux périodes étudiées. Les corrélations sont satisfaisantes pour les indicateurs de type Leq pendant le week-end. Aucune corrélation n'a pu être trouvée pour l'indicateur statistique sur la station NMT30. Ces effets singuliers le week-end et sur la station NMT30 méritent d'être étudiés afin d'améliorer d'avantage la qualité de cartes de bruit futures.

Finalement, dans une perspective de fournir une aide à la décision, des cartes des dépassements de valeurs limites pour les trois zones de l'arrêté bruit de 1999 ont été produites. Cette étude est purement théorique : des valeurs limites par période jour, soir, nuit et DEN ont été déterminées à partir des valeurs limites « événement » de l'arrêté. Cette étude tente donc de fournir une réponse à la question « Quelle serait la nuisance si la Région de Bruxelles-Capitale passe des limites « événement » à des limites « par période » et adapte ses valeurs limites aux périodes d'évaluation de la directive 2002/49/CE? ». Il s'avère que des dépassements (en termes de niveaux sonores exprimés en dB(A)) parfois sévères résulteront de l'adoption de ces valeurs limites théoriques en soirée et pendant la nuit.

3 Méthodologie

3.1 Considérations générales

Une route de vol est un parcours spécifique défini, à suivre par les avions lors des phases de décollage ou d'atterrissage. Une route de décollage commence à la piste de décollage. Son parcours est défini par la position de balises à survoler par le pilote. Une route de décollage est composée de segments droits et de segments courbés. Pour une route d'atterrissage, la définition est similaire mais le plus souvent, il n'y a pas de segments courbés. La définition de chaque route comprend, outre la définition géométrique, des informations destinées au pilote, par exemple la distance à laquelle la montée est terminée pour les décollages, ou la distance à partir de laquelle la descente commence pour les atterrissages. L'ensemble de ces définitions est appelé « procédure de vol ».

La définition des procédures de vol se trouve au Aeronautical Information Publication (AIP), par exemple le AIP Belgium and G.D. of Luxembourg – AD 2.EBBR-33 – 20/01/2005 a été publié le 20 janvier 2005 et comprend toutes les routes des aéroports visés qui sont en vigueur à partir de cette date.

La procédure de vol décrite dans les AIP est théorique. Dans la pratique une certaine dispersion latérale autour de la route théorique est observée (voir Figure 1). Elle est plus marquée sur les routes qui présentent des virages prononcés. La dispersion latérale autour de la route théorique est le résultat des possibilités et des limites techniques des avions. Ainsi, toutes autres conditions égales, les gros porteurs prennent plus de temps et un parcours plus long pour atteindre leur hauteur de vol. Les caractéristiques techniques prédominantes pour les effets acoustiques sont :

- le type d'engins (hélice, réacteur),
- le nombre d'engins,
- la masse maximale au décollage (MTOM – Maximum Take-Off Mass).

Le terme « mouvement » désigne soit un décollage, soit un atterrissage. A nombre de mouvements égal et pour une période égale, le trafic aérien du/vers l'aéroport de l'Aéroport Bruxelles National emprunte, suite à leur révision fréquente, plus de procédures de vol différentes que d'autres aéroports.

Cette étude utilise un modèle mathématique décrivant le comportement de la source, la position de la source, la position des récepteurs, les types d'avions ainsi que leur nombre de mouvements respectifs. La méthode mathématique mise en œuvre est la méthode provisoire recommandée par la directive européenne 2002/49/CE relative à L'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement pour le BRUIT DES AVIONS: ECAC.CEAC Doc. 29 «Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports», 1997 avec méthode de segmentation. Cette méthode a été adoptée par la Région de Bruxelles-Capitale via l'Ordonnance du 1^{er} avril 2004 modifiant l'ordonnance du 17 juillet 1997 relative à la lutte contre le bruit en milieu urbain. L'outil de modélisation utilisé est le logiciel IMMI, version 6.2. Celui-ci comprend un code informatique de la dite méthode de calcul. L'outil de modélisation permet la description géométrique des sources (routes de vol), l'attribution des mouvements aux routes individuelles, la détermination de la puissance acoustique de chaque mouvement ainsi que le calcul de la propagation du bruit de la source vers le récepteur tenant compte des effets décrits dans la méthode de calcul.

La modélisation doit tenir compte de l'ensemble des paramètres décrits ci-dessus. Au niveau du modèle géométrique, la procédure détermine la position spatiale de la source dans un plan horizontal à deux dimensions X et Y. La procédure théorique de l'AIP est numérisée avec des segments de droites et des arcs dans l'outil de modélisation. Des attributs permettant de déterminer la hauteur de la source sont assignés aux routes

numérisées. Les avions sont assignés à des groupes d'émission sur base de leurs identificateurs ICAO/IATA. Les groupes d'émission se distinguent par leur puissance acoustique, leur distribution spectrale du bruit, leur capacité de monter lentement/rapidement suivant le tracé de la route. En phase de décollage, la puissance acoustique de la source avion varie suite aux changements de puissance. Chaque avion réalise un mouvement suivant une procédure connue. Ces mouvements sont assignés aux routes numérisées. La dispersion latérale est codée à l'aide d'un paramètre « largeur du corridor de vol ».

Tableau 1 – Les procédures corrigées sur base des tracés moyens

CIV1C-25R	LNO2C-25R	ROU2C-25R
DEN2C-25R	LNO3Z-25R	ROU3C-25R
DEN3C-25R	LNO4L-20	ROU3J-07R
DEN4H-07L	NIK1C-25R	SOP3C-25R
HEL2C-25R	NIK1H-07L	SOP3D-25R
HEL3C-25R	NIK2C-25R	SOP4Z-25R
HEL3L-20	NIK4Z-25R	SPI2C-25R

Les corrections ne sont pas nécessaires pour toutes les routes. Les routes de vol principales qui n'ont pas été corrigées suite à la comparaison avec les tracés moyens mensuels sont listées au Tableau 2. Une largeur de corridor par défaut a été appliquée à ces routes. D'autres routes qui n'ont pas été corrigées sont celles à trafic faible. Le critère de différenciation entre routes de vol principales et routes secondaires est un trafic > 250 mouvements par an pour les routes de vol principales.

Tableau 2 – Les procédures de routes de vol principales pour lesquelles aucune correction n'a été appliquée

CIV1E-25R	CIV7L-20	ROU3N-20
CIV4J-07R	LNO2J-07R	SOP2J-07R
CIV7D-25R	ROU3L-20	SOP2L-20

Afin de réduire le nombre de sources à calculer, des routes peu empruntées et positionnées à proximité de routes de vol principales ont été supprimées. Leurs mouvements ont été assignés aux routes principales proches qui suivent des trajectoires similaires aux routes supprimées.

Les cartes du bruit sont calculées sur base du modèle géométrique établi selon la procédure décrite (pour plus de détails concernant les traitements de la géométrie voir §3.2) et avec les mouvements de l'année 2006 assignés aux routes correspondantes.

3.2 Traitements de la géométrie des routes de vol

Faute de mieux, la cartographie pour le trafic aérien de l'année 2004 a été faite exclusivement sur base des routes de vol numérisées à partir de la description théorique dans les AIP de l'aéroport. Une comparaison entre la géométrie de ces routes théoriques et des traces moyennes calculées à partir des données radar de Belgocontrol a été faite pour la cartographie du bruit relative au trafic de l'année 2006. Cette étude est devenue possible depuis que Belgocontrol fournit à Bruxelles Environnement les données radar.

Les résultats de cette comparaison sont illustrés dans ce chapitre.

3.2.1 Comparaison géométrique

La comparaison géométrique se fait par superposition d'une route numérisée à partir des AIP avec les traces moyennes correspondantes issues d'un traitement des données radar de Belgocontrol à l'aide du logiciel « KARLA – Gestionnaire des données aéroportuaires ».

3.2.2 Visualisation des comparaisons de routes

Les routes AIP ainsi que les traces moyennes ont été importées dans ArcMAP 9.x. Pour chaque route de vol, un graphique comparatif a été fait reprenant la route de vol selon les AIP ainsi que les traces moyennes relatives à cette route.

La superposition des deux types de tracés permet d'étudier :

- La corrélation entre la route AIP et les traces moyennes.
- La dispersion latérale des traces moyennes de la même route.

Les évaluations qualitatives de la corrélation et de la dispersion latérale ont permis de déterminer la nécessité ou non de corrections géométriques relatives au tracé de la route de vol AIP et/ou relatives à la largeur de corridor employée.

Les résultats de cette comparaison géométrique visuelle sont présentés à la Figure 1.

La Figure 1 montre quatre cas de figure avec des corrélations plus ou moins bonnes, ainsi qu'avec des dispersions latérales différentes.

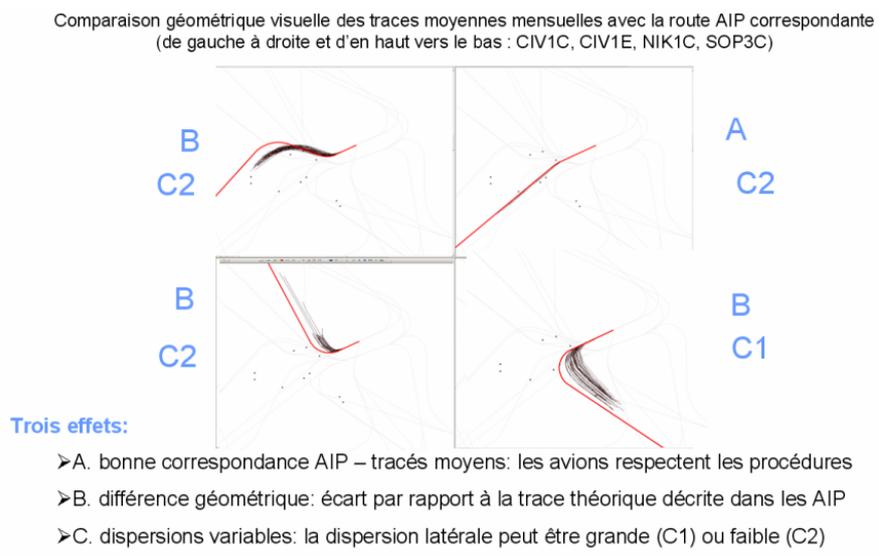


Figure 1 – Procédures de vol théoriques et tracés de vol moyens

Les graphiques montrant les tracés moyens et les routes théoriques AIP pour l'ensemble des routes étudiées sont reproduites à l'annexe.

3.2.3 Traitements géométriques

Pour les routes principales où une correction en fonction des tracés moyens s'avérerait nécessaire :

- Correction de la position : Cette correction n'est possible que pour la partie couverte par les tracés moyens qui elles s'arrêtent à une hauteur de 4000 pieds. Au delà du point « hauteur=4000 pieds », les routes suivent les balises telles que indiquées dans l'AIP.

- Correction de la largeur de corridor : La largeur de corridor par défaut (voir ci-dessous) est adaptée de façon à coïncider avec les tracés moyens extrêmes.
- Le code couleur « bleu foncé » est utilisé pour identifier ces routes dans les projets ainsi que dans les cartes du bruit IMMI.

Pour les routes secondaires ainsi que pour les routes principales pour lesquelles aucune correction de la position n'a été faite :

- Position : La position théorique décrite dans l'AIP est maintenue.
- Largeur de corridor : 0 m au départ de la piste et 1500 m à distance.
- Le code couleur « bleu clair » est utilisé pour identifier ces routes dans les projets ainsi que dans les cartes du bruit IMMI.

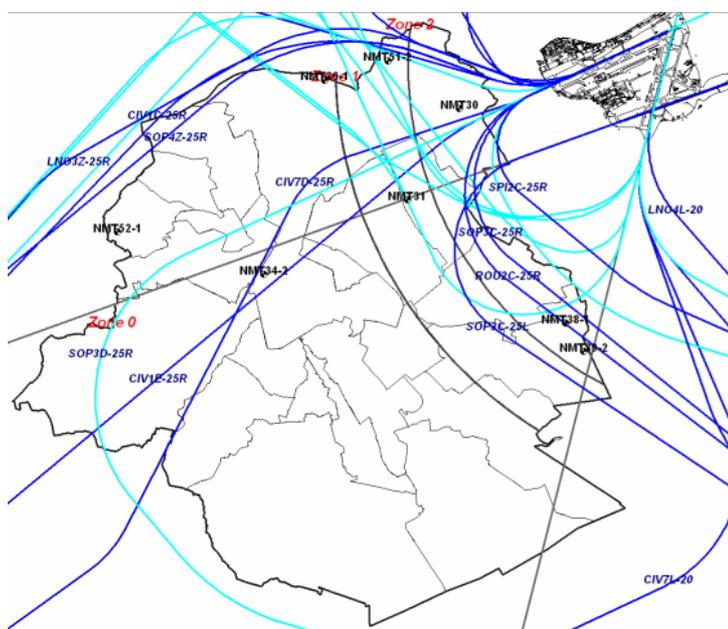


Figure 2 – Plan de la Région de Bruxelles-Capitale avec noms des routes de vols principales (en bleu foncé), les routes secondaires (bleu clair)

3.2.4 Traitements des données relatives aux mouvements

Les traitements consistent principalement à définir :

- la quote-part des mouvements totaux effectivement utilisée dans les calculs des cartes du bruit ;
- regrouper les mouvements des routes faibles et les assigner à quelques routes principales retenues.

En somme, 99% des mouvements ont été utilisés pour calculer les cartes du bruit (par comparaison, pour les cartes relatives aux mouvements de 2004, 98.3% des mouvements avaient été utilisés). Le Tableau 2 reprend toutes les routes effectivement utilisées dans les calculs à l'exception des cinq routes qui résultent d'un regroupement de mouvements sur une seule route considérée équivalente (géométrie proche). Les cinq routes équivalentes résultant des regroupements sont listées dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Les routes retenues sans celles qui résultent du regroupement de routes

AIP	Group	Sum	D			E			N			D			E			N			
			GI+Se+WE	Global	Global	Global	Sem	Sem	Sem	WE	WE	WE	Sem	Sem	Sem	WE	WE	WE	Sem	Sem	Sem
ARR-25L		124377	42943	15345	3906	36401	12464	2880	6541	2879	1018										
ARR-25R		71061	20003	5959	9570	13354	4357	6870	6648	1600	2700										
SOP3C-25R		43962	15715	4967	1299	13075	4018	900	2640	949	399										
ARR-02		30438	10463	3208	1550	7594	2243	902	2868	965	645										
CIV1C-25R		26098	9412	1824	1813	9401	1823	1491	11	1	322										
HEL3C-25R		18692	6619	2186	541	5667	1873	342	952	313	199										
DEN3C-25R		14746	4736	1917	720	4125	1632	475	611	285	245										
ROU3C-25R		11888	3651	1637	656	2898	1256	436	753	381	220										
SPI2C-25R		11836	3954	1734	230	3443	1462	164	511	272	66										
SOP2J-07R		7790	2627	720	548	1860	508	408	767	212	140										
CIV1E-25R		6856	2244	637	547	1	0	106	2243	637	441										
CIV4J-07R		6146	2106	367	600	1403	226	441	703	141	159										
ARR-20		5610	2122	346	379	1680	192	187	442	78	184										
CIV7D-25R		2186	0	24	1069	0	23	739	0	1	330										
SPI2J-07R		1793	655	237	11	494	174	7	161	50	4										
SOP3D-25R		1696	664	173	11	491	97	10	173	76	1										
ROU2J-07R		1548	510	147	117	368	90	81	142	57	36										
SPI3L-20		1460	587	99	53	278	51	38	309	30	15										
NIK1H-07R		1431	501	207	8	448	170	7	53	37	0										
NIK2F-02		1430	500	173	42	358	119	28	142	54	14										
NIK4Z-25R		1404	0	4	698	0	3	515	0	1	183										
ARR-07R		1389	613	76	15	299	57	7	314	0	8										
ROU3J-07R		1328	396	156	113	225	75	67	171	79	46										
HEL4F-02		1282	476	93	72	345	83	51	131	10	21										
LNO4L-20		1235	102	19	501	59	10	313	43	0	188										
CIV9C-25R		1234	467	80	70	467	80	63	0	0	7										
LNO2J-07R		1064	253	69	210	227	56	153	26	13	57										
SOP2H-07L		1054	437	72	18	227	41	13	210	31	5										
HEL3L-20		985	451	44	2	82	17	2	369	18	0										
DEN4F-02		948	314	105	55	256	92	38	58	13	17										
HEL2C-25R		894	328	83	36	285	67	30	43	16	6										
SOP4Z-25R		888	0	23	421	0	13	347	0	10	74										
KOK2C-25R		858	350	33	57	318	11	47	32	0	10										
NIK2L-20		837	379	41	4	110	20	3	269	10	1										
DEN2C-25R		708	223	103	28	198	82	23	25	21	5										
NIK1H-07L		613	68	16	225	29	8	183	39	8	37										
ROU3N-20		580	0	5	285	0	3	177	0	2	108										
HEL4H-07R		551	234	53	1	186	24	1	48	4	0										
DEN3L-20		486	220	23	1	49	19	1	171	2	0										
LNO3Z-25R		454	0	1	226	0	1	191	0	0	35										
HEL3F-02		432	161	34	21	115	25	11	46	9	10										
SOP1J-07R		385	105	48	43	98	47	31	0	1	12										
HEL5F-02		349	116	54	8	53	27	2	63	20	6										
CIV3J-07R		342	105	18	54	99	12	38	0	0	16										
HEL3H-07R		326	135	36	1	127	11	0	8	7	1										
DEN4H-07R		324	162	0	0	119	0	0	43	0	0										
SOP3F-02		319	138	6	18	57	0	15	81	2	2										
DEN3F-02		292	93	41	17	72	30	8	21	11	9										
DEN2N-20		308	48	6	96	31	1	72	16	5	23										
ROU3Z-25R		273	0	7	131	0	3	103	0	4	25										
DEN4H-07L		266	41	4	90	19	0	59	22	0	31										
CIV4H-07L		264	116	11	5	59	8	5	57	3	0										
DEN5F-02		259	78	43	9	44	22	5	34	21	3										
DEN3H-07R		257	107	21	4	94	14	3	13	0	1										
NIK2N-20		253	66	7	72	45	5	2	20	1	35										
HEL4H-07L		246	49	0	74	14	0	51	35	0	23										
HEL2N-20		245	89	6	29	45	2	10	42	4	18										
CIV5F-02		234	98	0	19	38	0	17	60	0	2										
HEL2H-07R		218	93	20	1	86	10	1	7	0	0										
SOP3C-25L		213	54	13	40	25	1	32	29	11	8										
PIT3J-07R		179	65	15	12	1	0	7	64	10	5										

Le regroupement de mouvements faibles à une route proche considérée équivalente est illustré au Tableau 3. À noter que le regroupement permet à la fois de conserver les mouvements des routes à faible trafic dans le calcul et de réduire les temps de calcul (moins de sources effectives).

AIP	Groupe	Mvmnts	D	E	N	D	E	N	D	E	N	Somme par route équivalente
		GI+Se+WE	Global	Global	Global	Sem	Sem	Sem	WE	WE	WE	GI+Se+WE
ROU2C-25R	A	3076	999	440	99	766	290	62	233	150	37	6932
SOP2C-25R	A	1870	651	250	34	541	182	28	110	68	6	
PIT3C-25R	A	991	291	124	81	15	30	38	275	94	43	
ROU1C-25R	A	784	250	115	27	210	71	18	40	44	9	
PIT2C-25R	A	211	80	21	5	6	10	2	74	10	3	
LNO2C-25R	B	3808	1420	454	30	1323	406	14	97	48	16	4538
SPH1C-25R	B	520	177	79	4	149	66	4	28	13	0	
LNO1C-25R	B	210	80	25	0	71	22	0	9	3	0	
CIV7L-20	C	3448	1293	125	308	268	29	241	1025	92	67	3650
CIV6L-20	C	202	95	0	6	0	0	6	95	0	0	
SOP2L-20	D	8462	2556	352	1323	1123	212	938	1433	140	385	11418
ROU3L-20	D	2174	740	193	154	317	93	113	423	100	41	
PIT3L-20	D	533	171	19	77	0	0	66	170	19	11	
SOP1L-20	D	249	78	1	46	0	0	38	78	1	7	
NIK2C-25R	E	17644	6103	2563	156	5441	2068	122	662	495	34	18496
NIK1C-25R	E	852	276	137	14	250	107	11	26	28	3	

3.2.5 Code couleur

Dans les modèles géométriques IMMI les différents types de routes ont été identifiées à l'aide d'un code couleur :

- Bleu foncé : les routes principales (donc celles corrigées sur base des tracés moyens).
- Bleu clair : les routes moins importantes.
- Gris : les routes d'atterrissage.

3.2.6 Conclusions

Considérant les différences observées entre les routes théoriques et la réalité volée, il s'avère important de corriger le tracé théorique original en fonction des observations faites. Chaque mouvement est suivi par les radars de BELGOCONTROL. Les données radar permettent de retracer la trajectoire effectivement employée par un avion. Bruxelles Environnement s'est équipé du logiciel KARLA, qui lui permet de lire ces données radar et donc de visualiser les trajectoires réellement empruntées par les avions et de calculer des tracés moyens. Pour chacune des routes de décollage principales, ainsi que pour une route d'atterrissage (ATTR-02), environ douze tracés moyens ont été calculés pour l'année 2006, ce qui correspond à un tracé moyen par mois de l'année. Chaque tracé moyen a été déterminé avec environ 100 traces radar. La période d'échantillonnage est variable en fonction de la route de vol. Ces tracés ont été comparés aux routes théoriques. Des corrections ont été apportées aux tracés théoriques afin de les placer au centre du nuage de tracés moyens. La dispersion latérale a été déterminée de façon à couvrir la zone comprise entre les tracés extrêmes, elle correspond à la zone principale employée par les avions. Ainsi, les procédures de décollage listées au Tableau 1 ont été corrigées.

4 Les résultats

Toutes les cartes du bruit ainsi que les autres résultats montrés dans ce chapitre sont relatives aux modèles avec routes de vol primaires corrigées selon les tracés moyens. Si une carte ou un tableau est relatif à la situation théorique AIP cela est indiqué.

4.1 Indicateurs L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} et L_{den}

4.1.1 Les cartes du bruit

L'ordonnance bruit de 2004 spécifie que des cartes du bruit stratégiques doivent être produites pour « les émissions sonores provenant [...] du survol de la Région de Bruxelles-Capitale ». Ainsi, des cartes du bruit, dont un exemple est donné à la Figure 3, ont été calculées pour les indicateurs suivants (définis dans l'ordonnance bruit de 2004):

- « L_{den} » : (indicateur de bruit jour-soir-nuit) : l'indicateur de bruit associé globalement à la gêne ;
- « L_{day} » : (indicateur de bruit période diurne) : l'indicateur de bruit associé à la gêne pendant la période diurne ;
- « $L_{evening}$ » : (indicateur de bruit pour le soir) : l'indicateur de bruit associé à la gêne le soir ;
- « L_{night} » (indicateur de bruit période nocturne) : l'indicateur de bruit associé aux perturbations du sommeil.

Les périodes d'évaluation jour, soir et nuit sont définies dans la même ordonnance comme suit :

- Jour 07-19h,
- Soir 19-23h,
- Nuit 23-07h.

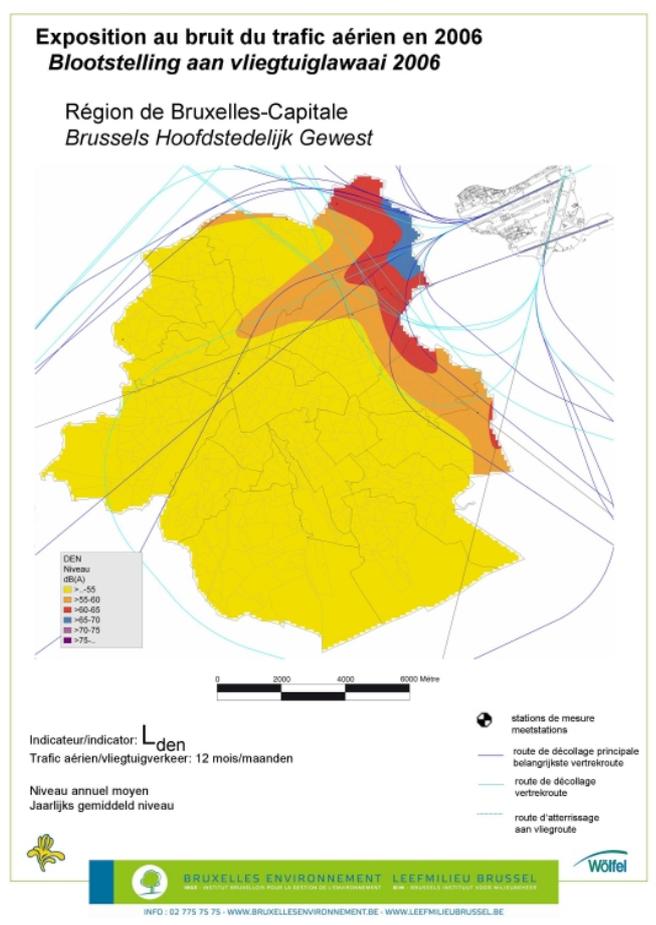


Figure 3 – Carte L_{den} pour l'année globale 2006

Les indicateurs des différentes périodes d'évaluation ont été calculés pour les périodes de référence suivantes :

- L'année globale 2006, comprenant tous les mouvements de l'année en question.
- La semaine : uniquement les mouvements des jours ouvrables du lundi au vendredi. « Le lundi commence à 23 heures le dimanche. Le vendredi se termine à 23h. »

- Le week-end : uniquement les mouvements des samedi et dimanche, entre vendredi 23h et dimanche 23h.

Le L_{den} est un indicateur composé des trois indicateurs de base L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} avec des pénalités de +5 dB et +10 dB respectivement pour le soir et la nuit. Avant sommation, les niveaux des trois périodes d'évaluation sont pondérés afin de faire intervenir la durée de chacune des trois périodes (Jour 12h, Soir 4h, et Nuit 8h) dans le calcul. A noter que les pénalités ne sont appliquées que pour calculer le L_{den} . Les indicateurs $L_{evening}$ et L_{night} des cartes suivantes sont nets, donc sans pénalité aucune.

Ni la directive européenne 2002/49/CE, ni l'ordonnance bruit bruxelloise de 2004 ne définissent un code couleur à utiliser. Cependant les deux textes spécifient que les cartes de bruit stratégiques, à finalité locale ou régionale, seront établies pour une hauteur d'évaluation de 4 m et pour des gammes de valeurs de L_{den} et L_{night} de l'ordre de 5 dB, comme spécifié à l'annexe VI, à savoir une échelle de 55 à 75 dB(A) avec des largeurs de classe de 5 dB pour L_{den} et de 45 à 70 dB(A) avec des largeurs de classe de 5 dB pour L_{night} .

Le code couleur utilisé est basé sur la transposition allemande, qui elle fait référence au code couleur de la DIN 18005 adapté aux échelles définies ci-avant. Même si les bornes inférieures et supérieures des deux échelles L_{den} et L_{night} ne sont pas les mêmes, l'utilisation du code couleur DIN 18005 adapté assure que les couleurs identiques sont assignées aux bandes de niveaux sonores individuelles. Ainsi, la comparaison entre cartes est assurée. Cependant la différence dans les bornes inférieures et supérieures peut légèrement fausser l'interprétation : TOUS les niveaux inférieurs à 55 dB(A) sont colorés en orange selon le code couleur et l'échelle L_{den} , tandis que seuls les niveaux compris entre 50 et 55 dB(A) sont colorés en orange selon le code couleur et l'échelle L_{night} . Chaque carte produite est accompagnée de l'échelle utilisée insérée dans le coin inférieur gauche de la carte. Cette légende des couleurs comprend aussi une information relative à la période d'évaluation.

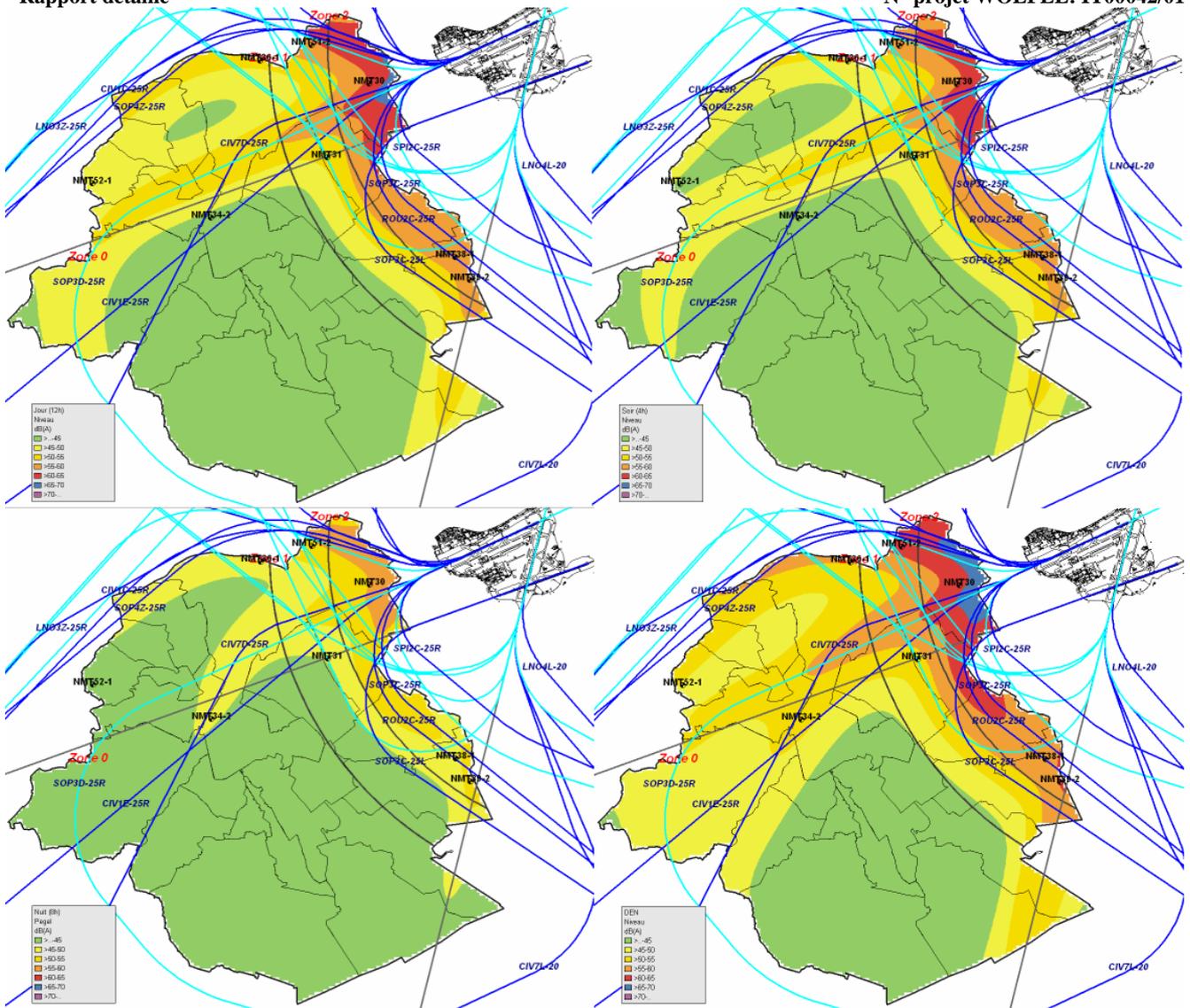


Figure 5 – Cartes L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} et L_{den} pour la semaine

Les zones intéressantes sont celles colorées en orange foncé (55-60 dB(A)), rouge (60-65 dB(A)) et bleu (65-70 dB(A)). Pour les mouvements des jours ouvrables, la période d'évaluation jour est soumise à des niveaux plus élevés que le soir. La nuit, aucune valeur supérieure à 60 dB(A) n'a pu être trouvée.

On observe pour le jour, la soirée ainsi que pour l'indicateur composite un contour étroit qui pointe vers le centre de la Région de Bruxelles-Capitale. Au centre de cette zone passe la route SOP3D-25R. Une « languette » similaire peut être observée la nuit mais pour des niveaux nettement moins élevés. La nuit, une percée de la route CIV7D-25R est également visible et dans une moindre mesure, de la route SOP3D-25R.

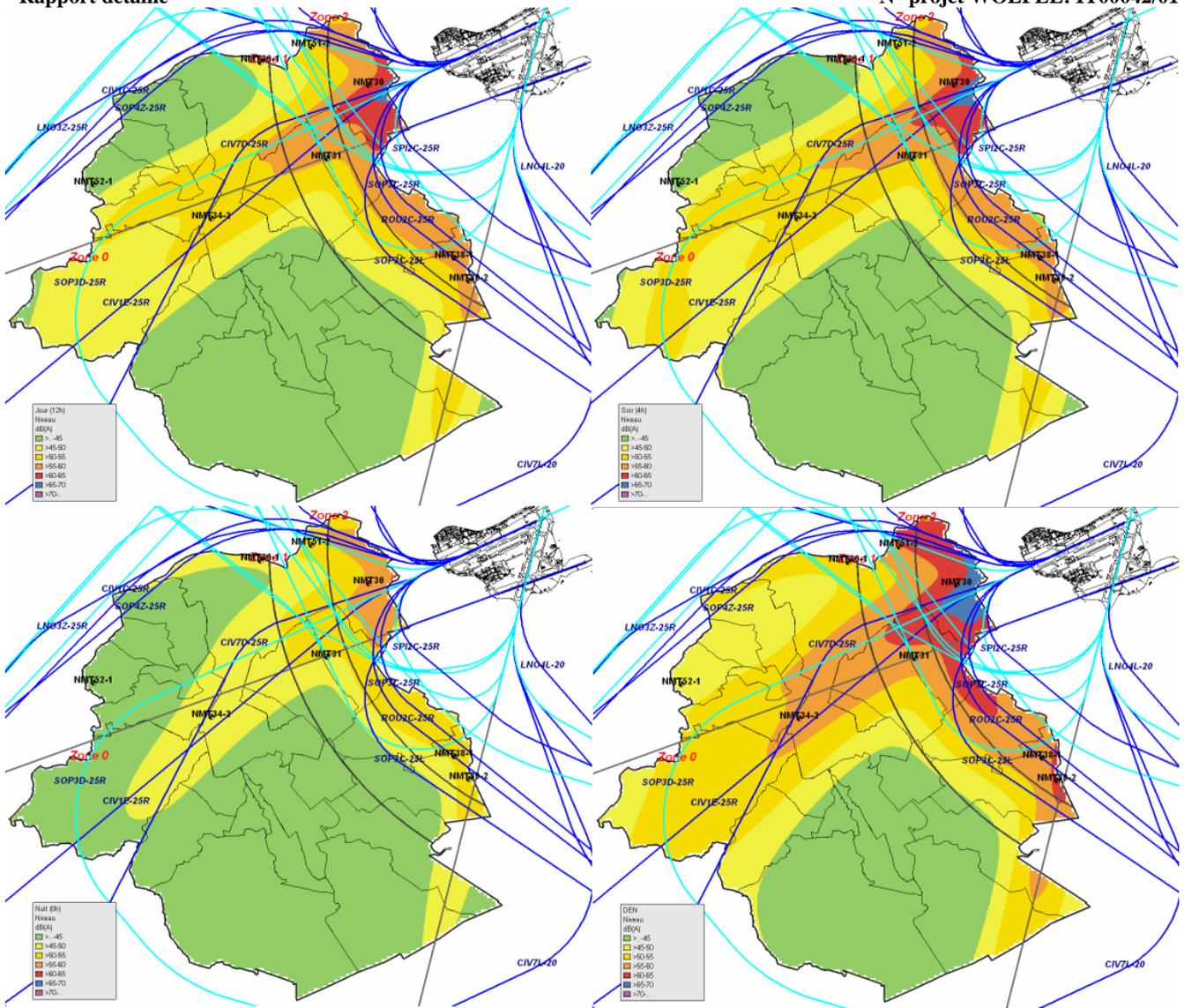


Figure 6 - Cartes L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} et L_{den} pour le week-end

Les zones intéressantes sont celles colorées en orange foncé (55-60 dB(A)), rouge (60-65 dB(A)) et bleu (65-70 dB(A)). Pour les mouvements des week-ends, la période d'évaluation soir est soumise à des niveaux légèrement plus élevés que le jour. La nuit, une petite zone exposée à des valeurs supérieures à 60 dB(A) est observée au nord de la région, là où la distance vers l'aéroport est faible et la densité des routes est élevée.

On observe le jour, la soirée ainsi que pour l'indicateur composite un contour étroit qui pointe vers le centre de la Région de Bruxelles-Capitale. La forme de cette zone est moins lisse sur les bords que pour les autres périodes de référence. Les routes suivantes passent par cette zone : SOP3D-25R, CIV1E-25R, CIV7D-25R et ARR-07. Une percée similaire peut être observée la nuit mais pour des niveaux nettement moins élevés. Les routes CIV1E-25R et CIV7D-25R semblent être les plus dominantes.

Les niveaux sont plus élevés le week-end et la quote-part du territoire exposé est plus élevée. On note que pour la période de référence « week-end » le niveaux sont plus élevés le soir que le jour.

4.1.2 Evaluation de l'impact sur la population

Selon l'ordonnance bruit de 2004 transposant la directive européenne 2002/49/CE, l'exposition de la population ainsi que de certains bâtiments sensibles (écoles, hôpitaux) doit être déterminée. Les résultats relatifs à cette évaluation sont présentés dans le chapitre présent. Les calculs ont été réalisés uniquement pour les indicateurs L_{den} et L_{night} calculés sur l'année globale. Pour l'exposition à l'indicateur L_{Amax} : voir 4.2.

4.1.2.1 Sur base des dernières données démographiques

Les calculs ont été réalisés uniquement pour les indicateurs L_{den} et L_{night} calculés sur l'année globale 2006. La méthodologie est celle de 2004. Les données démographiques les plus récentes (INS 2002), correspondants aux données utilisées pour le cadastre de l'année 2004, ont été utilisées.

Tableau 5 – Exposition de la population L_{den} et L_{night} global, sur base des dernières données démographiques

Lden			Lnight		
	#	%		#	%
>...-55	855910	87.41%	>...-45	712133	72.73%
>55-60	106698	10.90%	>45-50	226947	23.18%
>60-65	14766	1.51%	>50-55	37265	3.81%
>65-70	1787	0.18%	>55-60	2806	0.29%
>70-75	0	0.00%	>60-65	9	0.00%
>75-..	0	0.00%	>65-70	0	0.00%
		0.00%	>70-..	0	0.00%

On remarque que moins de 2% de la population sont exposés un impact moyen supérieur à un L_{den} de 60dB(A). La nuit 4% de la population sont exposés à des niveaux moyens supérieurs à 50dB(A).

4.1.2.2 Sur base des données du bâti

L'exposition du nombre d'habitants, d'habitations, d'écoles et d'hôpitaux a été estimé pour chaque plage de L_{den} suivante : 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB(A) et pour chaque plage de L_n suivante : 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB(A). La méthodologie utilisée pour évaluer l'exposition d'un bâtiment suit les indications de la directive 2002/49/CE. A noter que les information relatives aux institutions sont exprimés en 'nombre de bâtiments' : en fait une école ou un hôpital peut occuper plus d'un seul bâtiment. L'impact a été évalué aussi pour les périodes d'évaluation Jour et Soir (définition selon l'ordonnance bruit 2004).

Tableau 6 – Impact sur la population, période Jour de l'ordonnance bruit 2004, sur base des données du bâti

Jour (12h)							
Méthode Directive - la façade la plus exposée est déterminante							
Catégorie	Somme	>...-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75-..
		dB	dB	dB	dB	dB	dB
Habitants	978060	916370	58166	2725	800	0	0
Nbr de logements	943727	890945	49448	2490	846	0	0
Bâtiments école	1899	1797	95	7	0	0	0
Bâtiments hôpital	333	322	11	0	0	0	0

Tableau 7 – Impact sur la population, période Soir de l'ordonnance bruit 2004, sur base des données du bâti

Soir (4h)							
Méthode Directive - la façade la plus exposée est déterminante							
Catégorie	Somme	>..-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75-..
		dB	dB	dB	dB	dB	dB
Habitants	978060	926839	48100	2539	579	0	0
Nbr de logements	943727	899793	40964	2357	614	0	0
Bâtiments école	1899	1825	68	6	0	0	0
Bâtiments hôpital	333	323	10	0	0	0	0

Tableau 8 - Impact sur la population, période Nuit de l'ordonnance bruit 2004, sur base des données du bâti

Nuit (8h)								
Méthode Directive - la façade la plus exposée est déterminante								
Catégorie	Somme	>..-45	>45-50	>50-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70-..
		dB						
Habitants	978060	712643	227774	34897	2679	61	0	0
Nbr de logements	943727	704103	207124	29830	2598	74	0	0
Bâtiments école	1899	1364	486	42	7	0	0	0
Bâtiments hôpital	333	273	51	6	3	0	0	0

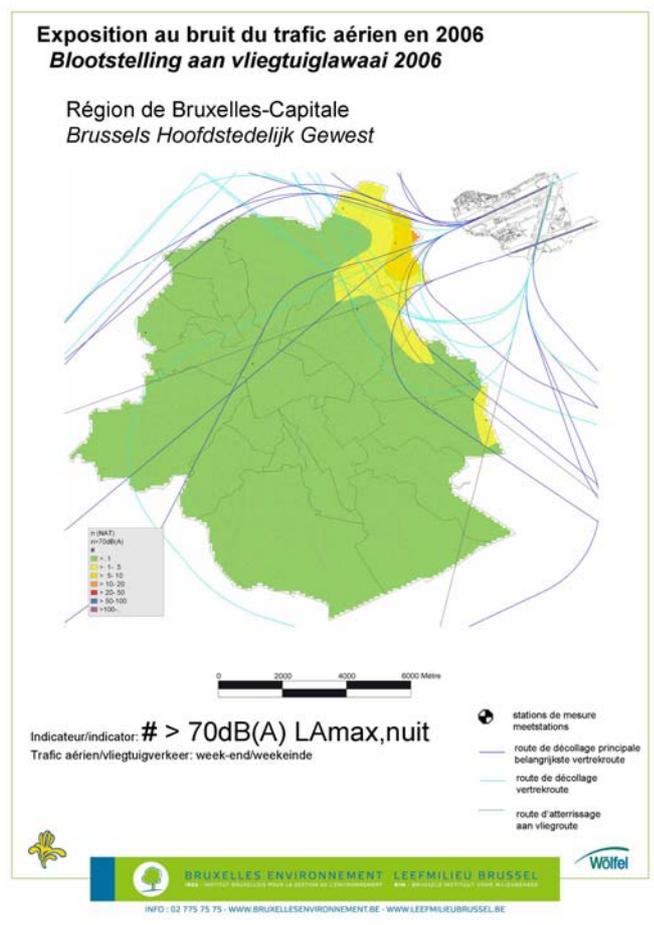
Tableau 9 – Impact sur la population, période DEN de l'ordonnance bruit 2004, sur base du bâti

DEN							
Méthode Directive - la façade la plus exposée est déterminante							
Catégorie	Somme	>..-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75-..
		dB	dB	dB	dB	dB	dB
Habitants	978060	855580	106510	14472	1497	0	0
Nbr de logements	943727	841698	88521	11957	1552	0	0
Bâtiments école	1899	1685	198	15	1	0	0
Bâtiments hôpital	333	308	21	4	0	0	0

Les impacts restent toujours inférieurs à 70dB(A), peu importe la période d'évaluation. On observe à nouveau une quote-part importante de la population ainsi que des logements exposés à des niveaux supérieurs à 60dB(A), sauf la nuit.

4.2 Statistiques de dépassement d'un seuil

Le nombre de dépassements d'un seuil en dB(A) sur base d'un indicateur de type L_{Aeq} (niveau équivalent moyen pondéré A) est une information complémentaire à la seule carte de bruit. Si les cartes du bruit L_{Aeq} ou assimilés donnent une *image moyenne* relative à la fois à la période de référence (car seuls les mouvements de la période de référence ont été pris en compte) et à la période d'évaluation (car chaque indicateur est calculé pour une période de durée définie), le nombre de dépassements informe, lui, sur la *somme d'évènements individuels instantanés*. Le nombre de mouvements qui génèrent un niveau bruit au-delà du seuil sont comptabilisés. La somme obtenue est toujours relative à la période d'évaluation sur base des mouvements de la période de référence.



Le seuil utilisé est de 70 dB(A) pour le L_{Amax} (le même seuil est utilisé à l'aéroport international Frankfurt Main en Allemagne).

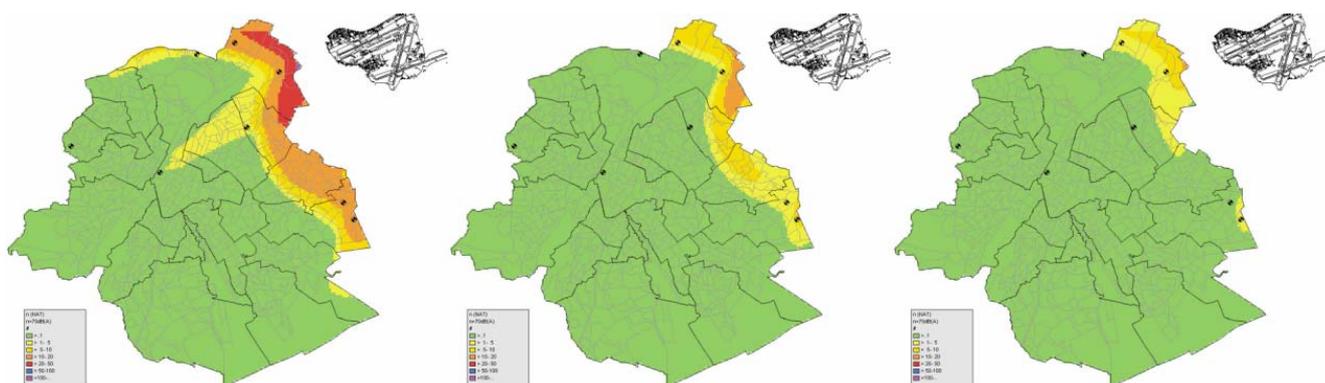
Les nombres de dépassements du seuil ont été calculés pour les périodes d'évaluation

- Jour (7-19h),
- Soir (19-23h), et
- Nuit (23-7h),

qui ont été évaluées pour les périodes de référence

- Année globale,
- 5 jours de la semaine,
- Week-end.

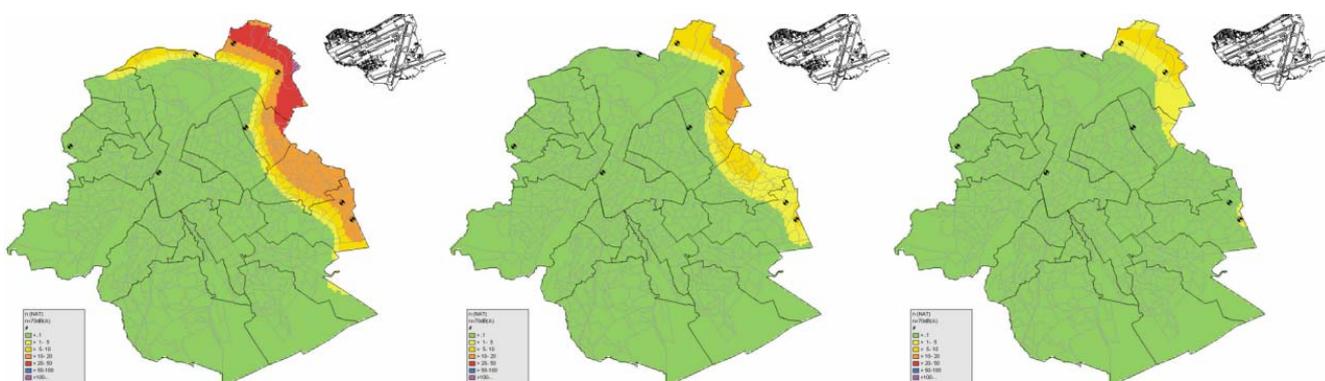
Ces dépassements ont été calculés sur base des cartes réalisées avec les AIP corrigés selon les tracés moyens.



		Somme	>..1	> 1- 5	> 5- 10	> 10- 20	> 20- 50	> 50-100	>100-...
		Habit.	%	%	%	%	%	%	%
GLOBAL	JOUR	979161	83.6	9.6	2.7	3.8	0.2	0	0
	SOIR	979161	95.4	3.1	1.5	0.1	0	0	0
	NUIT	979161	99	0.8	0.2	0	0	0	0

Figure 7 –Nombres de dépassements du seuil $L_{Amax} = 70$ dB(A) pour la période de référence « année globale » et les périodes d'évaluation jour, soir et nuit

Le plus grand nombre de dépassements a pu être détecté en période d'évaluation « Jour ». Pour les trois périodes d'évaluation, la zone où on constate le plus de dépassements est au bord nord de la Région de Bruxelles-Capitale. La faible densité de population dans cette zone explique le faible pourcentage de la population totale qui est exposée à ces dépassements.



		Somme	>..1	> 1- 5	> 5- 10	> 10- 20	> 20- 50	> 50-100	>100-...
		Habit.	%	%	%	%	%	%	%
SEMAINE	JOUR	979161	90.4	2.8	2.7	3.9	0.3	0	0
	SOIR	979161	95.5	2.9	1.5	0.1	0	0	0
	NUIT	979161	99.4	0.5	0.2	0	0	0	0

Figure 8 – Nombre de dépassements du seuil $L_{Amax} = 70$ dB(A) pour la période de référence « semaine » et les périodes d'évaluation jour, soir et nuit

Le plus grand nombre de dépassements a pu être détecté en période d'évaluation « Jour ». Pour les trois périodes d'évaluation, la zone où on constate le plus de dépassements est au bord nord de la Région de Bruxelles-Capitale. La faible densité de population dans cette zone explique le faible pourcentage de la population totale

qui est exposée à ces dépassements. En semaine, la zone touchée la nuit est plus petite ; elle présente relativement peu de dépassements et est une zone à faible densité de population.

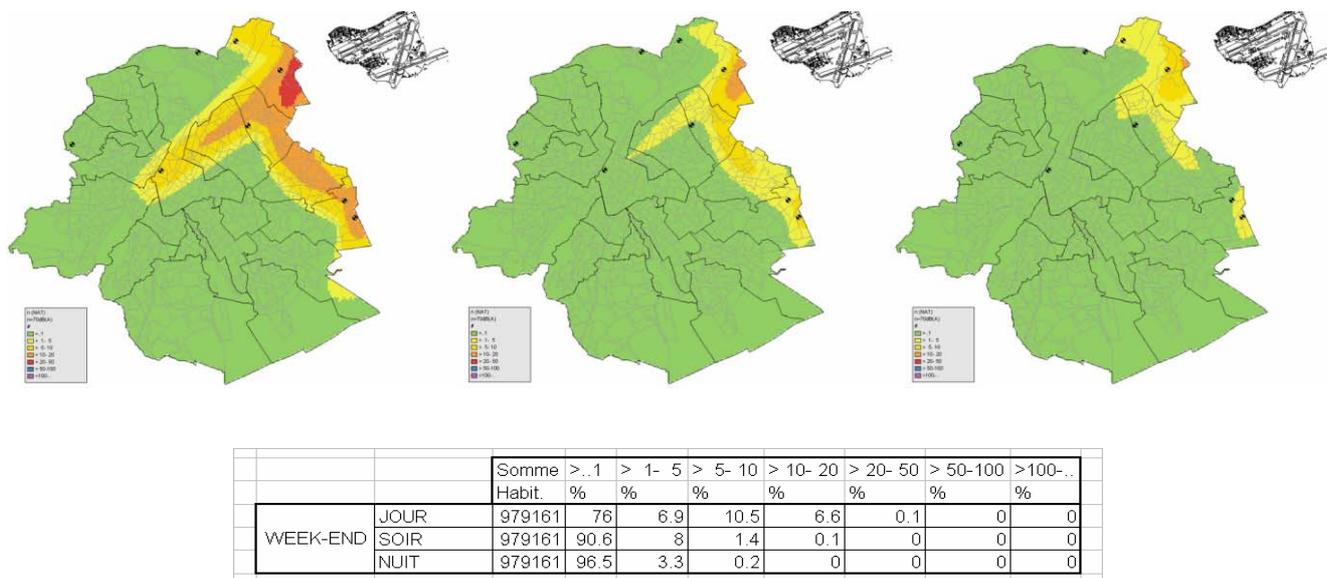


Figure 9 - nombre de dépassement du seul $L_{Amax} = 70$ dB(A) pour la période de référence « week-end » et les périodes d'évaluation jour, soir et nuit

Le plus grand nombre de dépassements a pu être détecté en période d'évaluation « Jour ». 10% de la population bruxelloise est exposé à 5-10 dépassements du seuil en journée !

Pour les trois périodes d'évaluation, la zone où on constate le plus de dépassements est au bord nord de la Région de Bruxelles-Capitale. La faible densité de population dans cette zone explique le faible pourcentage de la population totale qui est exposée à ces dépassements. Le week-end, 8% de la population bruxelloise est susceptible d'être exposés à 1-5 dépassements du seuil en soirée.

Pour la période Jour (7-19h) des trois périodes de référence global, semaine et week-end, on observe des différences marquées. Le week-end, la SOP3D-25R a un effet marqué qui n'est pas visible la semaine. Elle ne génère que peu de dépassements du seuil $L_{Amax} = 70$ dB(A) sur l'année globale. En semaine et sur l'année globale, la SOP4Z-25R a un effet sensible sur le nord-ouest pendant la période d'évaluation Jour. Les atterrissages sur la 02 produisent des dépassements du seuil du côté nord-est et est de la Région de Bruxelles-Capitale.

Pour la période Soir (19-23h), la SOP3D-25R a un impact important le week-end.

Pour la période Nuit (23-7h), les trois images sont similaires avec relativement peu de variations. Le week-end, le nombre des dépassements est légèrement plus élevé.

4.3 Dépassements des valeurs limites de l'arrêté bruit des avions

Avertissement : Les valeurs limites de l'arrêté bruit de 1999 sont relatives soit aux événements, soit à des valeurs globales par période et ont été définies pour les périodes d'évaluation Jour (7-23h) et Nuit (23-7h). Ces périodes sont différentes de celles utilisées pour cette étude : Jour (7-19h), Soir (19-23h), et Nuit (23-7h). Les valeurs limites utilisées ont été calculées à partir des valeurs « globales » et adaptées arbitrairement aux durées des périodes. L'étude des dépassements de ces valeurs limites par période est donc purement théorique : on peut seulement déterminer les zones où des infractions sont probables compte tenu des routes et des mouvements actuels. Cependant, elle fournit une information intéressante pour la prise de décisions. En fait, elle tente de fournir une réponse à la question « Quelle serait l'impact si la Région de Bruxelles-Capitale adaptait ses valeurs limites aux périodes d'évaluation de la directive 2002/49/CE? »

Les dépassements des valeurs limites ont été calculés pour les trois périodes de référence année globale 2006, semaine et week-end et pour les indicateurs

- L_{day} (indicateur de bruit période diurne),
- $L_{evening}$ (indicateur de bruit pour le soir),
- L_{night} (indicateur de bruit période nocturne),
- L_{den} (indicateur de bruit jour-soir-nuit).

Ces dépassements ont été calculés sur base des cartes réalisées avec les tracés moyens.

Les trois zones de l'arrêté du 27 mai 1999 ont été conservées et sont reprises dans les cartes. Les limites « événements » définies pour ces trois zones sont données au Tableau 10.

Tableau 10 – Valeurs limites de l'arrêté bruit des avions de 1999

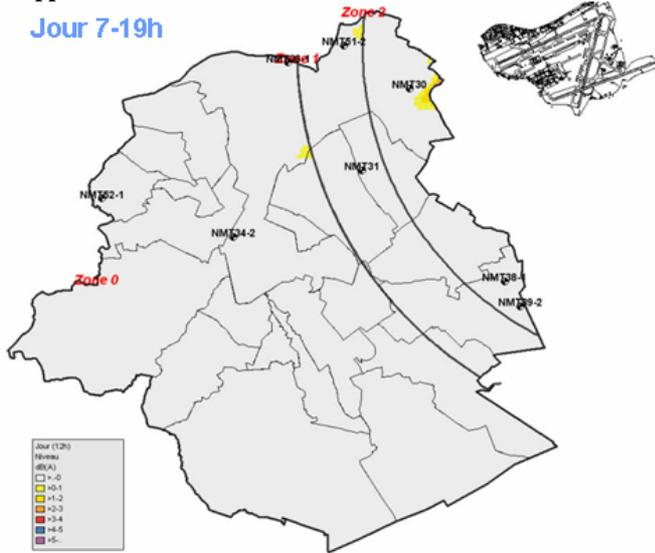
Zone	Jour (7-23h)	Nuit (23-7h)
Zone 0	55	45
Zone 1	60	50
Zone 2	65	55

Le Tableau 11 propose des valeurs limites adaptées « par période » pour le Jour et la Nuit, ainsi que pour les nouvelles périodes de l'ordonnance bruit de 2004 Soir et DEN (définies conformément aux exigences de la directive 2002/49/CE). Les cartes des dépassements des limites présentées sont donc indicatives et sous réserve d'une décision de la Région de Bruxelles-Capitale d'adapter ses valeurs limites aux périodes de la directive européenne 2002/49/EC.

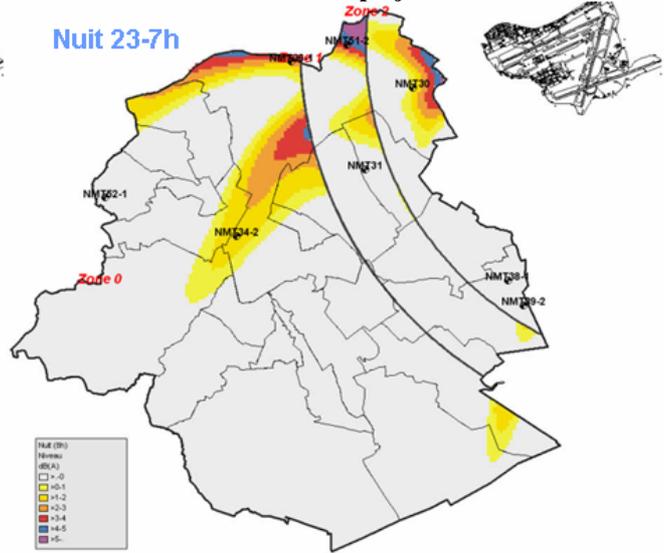
Tableau 11 – Valeurs limites adaptées aux périodes Jour-Soir-Nuit de l'ordonnance bruit de 2004 (transposition de la directive 2002/49/CE)

Zone	Jour (7-19h)	Soir (19-23h)	Nuit (23-7h)	DEN
Zone 0	55	50	45	55
Zone 1	60	55	50	60
Zone 2	65	60	55	65

Jour 7-19h



Nuit 23-7h

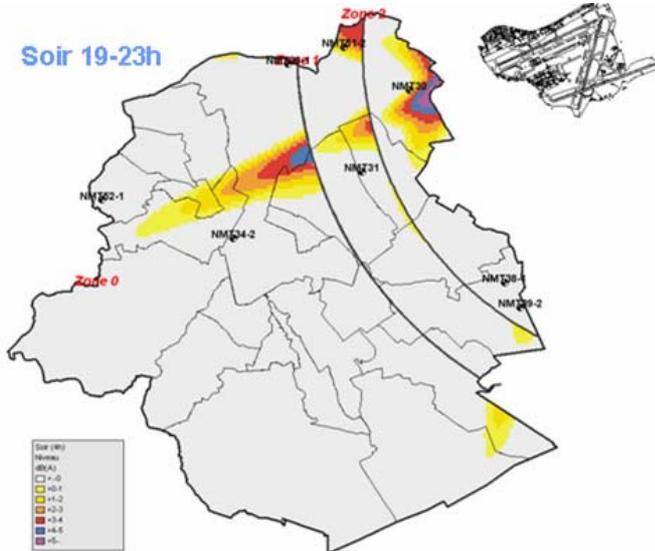


sous réserve d'adaptation
des limites de la RBC aux
périodes de la directive
2002/49/CE

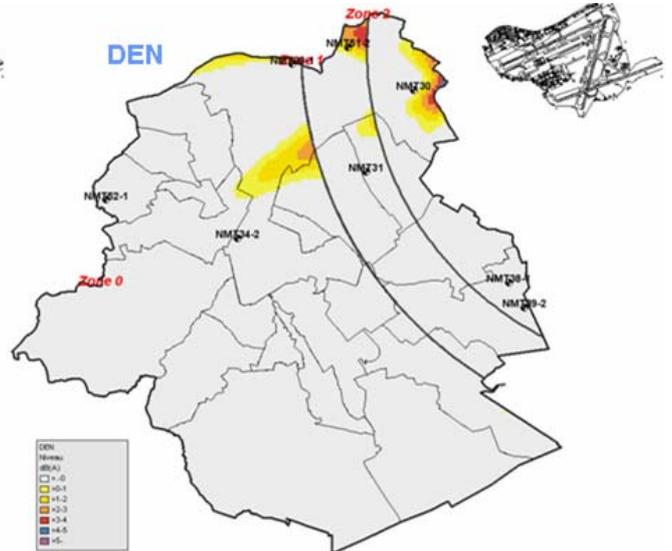
année globale

Figure 10 – Dépassements des valeurs limites théoriques pour L_{day} (7-19h) et L_{night} (23-7h), année globale 2006

Soir 19-23h



DEN



sous réserve d'adaptation
des limites de la RBC aux
périodes de la directive
2002/49/CE

année globale

Figure 11 - Dépassements des valeurs limites théoriques pour $L_{evening}$ (19-23h) et L_{den} , année globale 2006

En ce qui concerne l'année globale, l'adoption éventuelle des valeurs limites par période proposées au Tableau 11 aura comme résultat des dépassements importants (localement supérieures à 5 dB(A)) la nuit et le soir. Pour

le L_{den} , les dépassements sont moins importants en niveaux sonores ainsi qu'en surface d'impact. Les dépassements pendant la période d'évaluation jour ne sont pas alarmantes.

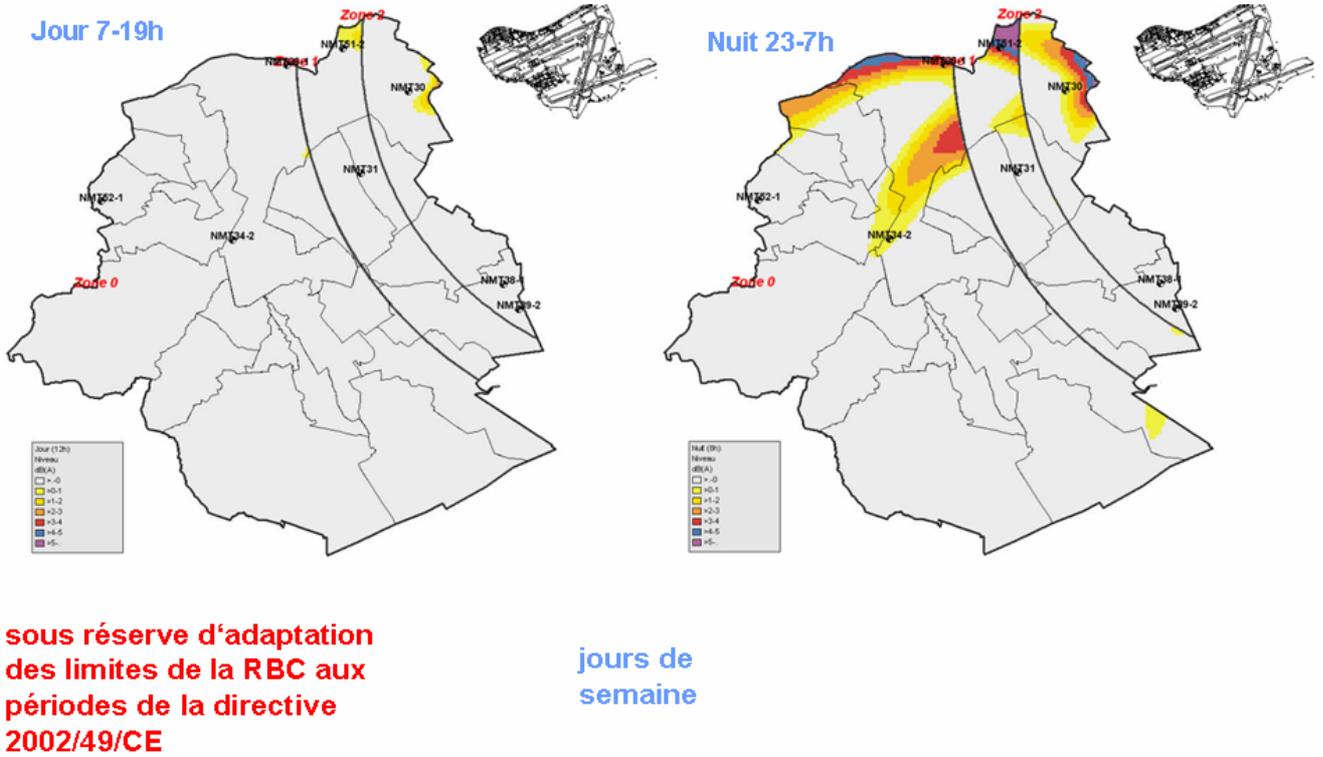


Figure 12 - Dépassements des valeurs limites théoriques pour L_{day} (7-19h) et L_{night} (23-7h), semaine 2006

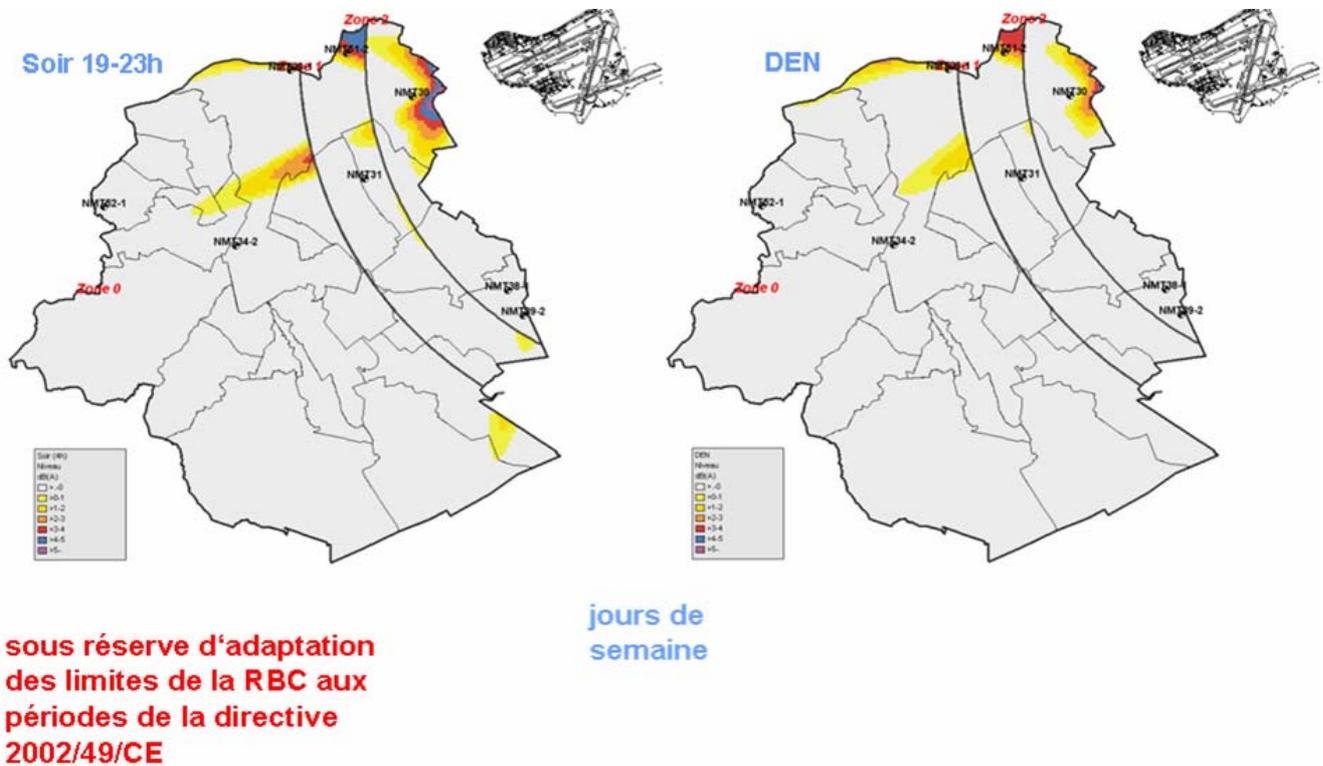


Figure 13 - Dépassements des valeurs limites théoriques pour $L_{evening}$ (19-23h) et L_{den} , semaine 2006

En ce qui concerne la période de référence « semaine », l'adoption éventuelle des valeurs limites par période proposée au Tableau 11 aura comme résultat des dépassements la nuit et le soir. Cependant, les zones où les dépassements les plus importants sont observés sont de petite taille (et moins importants que pour l'année globale). Pour le L_{den} , les dépassements sont moins importants en niveaux sonores ainsi qu'en surface d'impact. Les dépassements pendant la période d'évaluation jour sont très faibles (en termes de niveaux sonores et de surface).

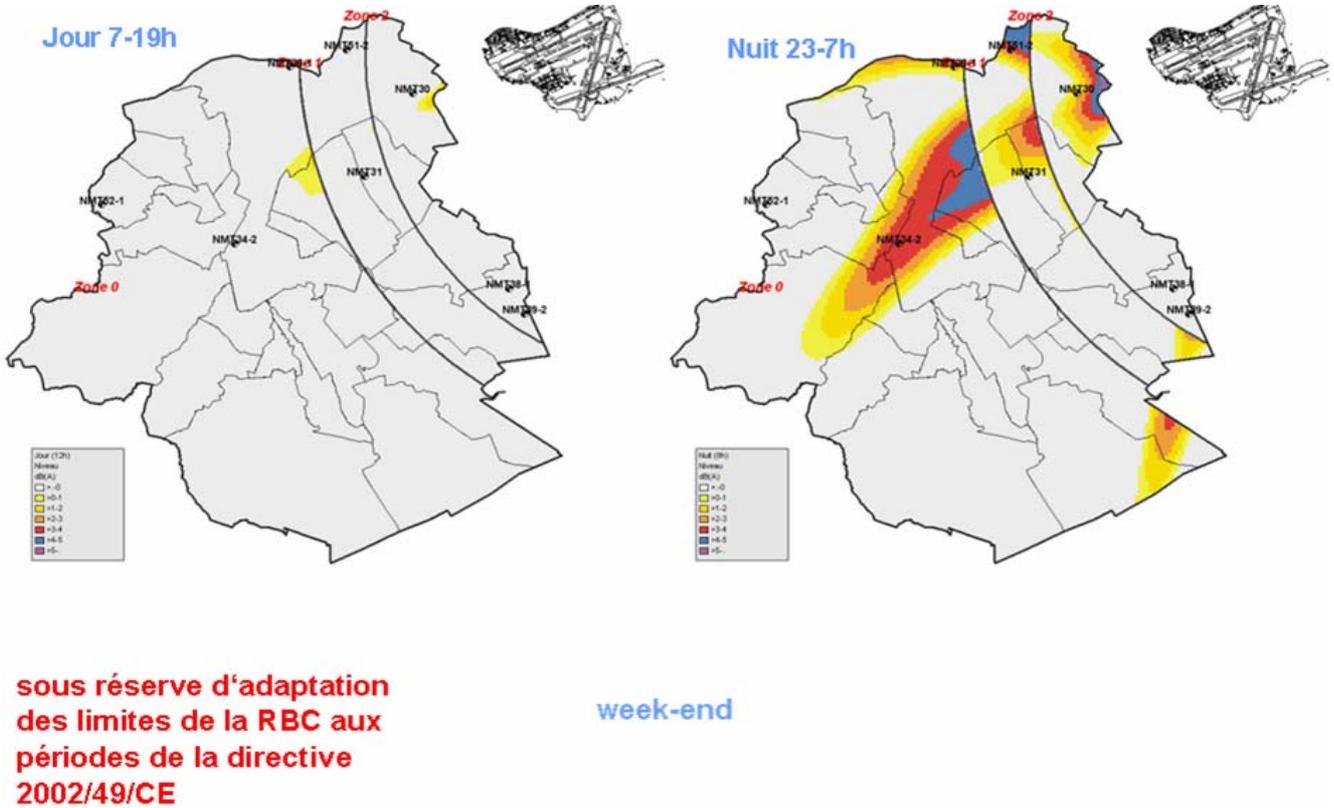
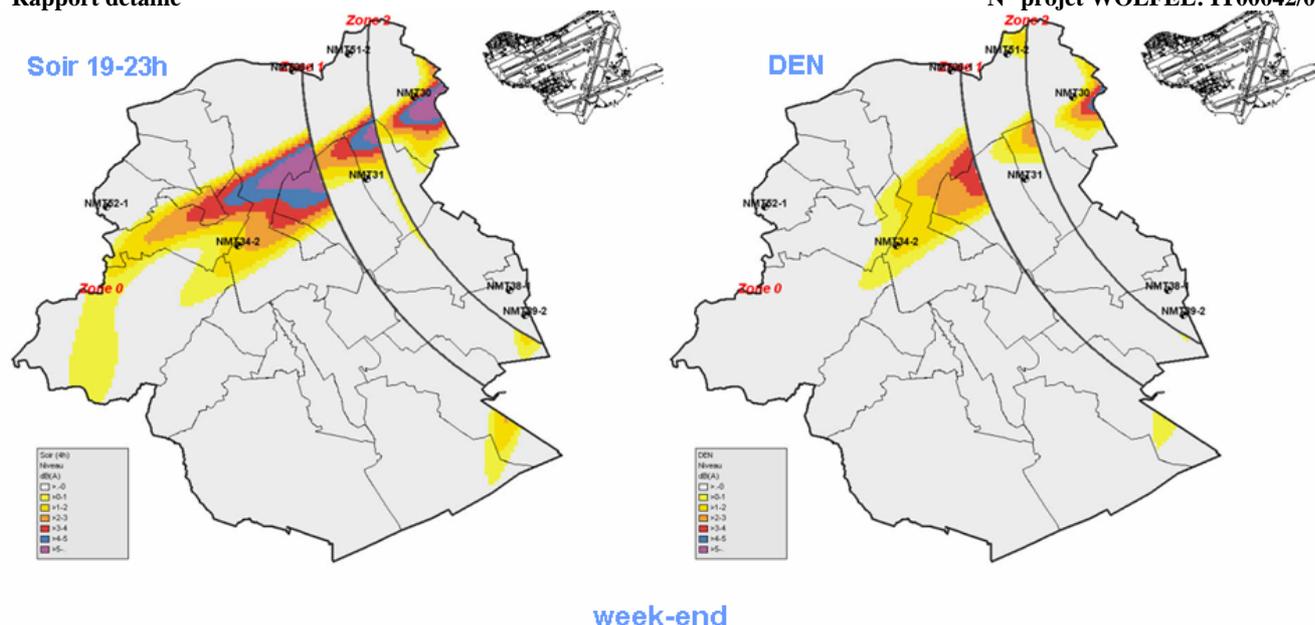


Figure 14 – Dépassements des valeurs limites théoriques pour L_{day} (7-19h) et L_{night} (23-7h), week-end 2006



**sous réserve d'adaptation
des limites de la RBC aux
périodes de la directive
2002/49/CE**

week-end

Figure 15 - des valeurs limites théoriques pour L_{evening} (19-23h) et L_{den} , week-end 2006

En ce qui concerne la période de référence week-end, l'adoption des valeurs limites par période proposée au Tableau 11 aura comme résultat des dépassements très importants la nuit et le soir. Contrairement aux autres périodes de référence, même les dépassements les plus importants (> 5 dB) touchent des zones à densité de population élevée. Pour le L_{den} les dépassements sont moins importants en niveaux sonores ainsi qu'en surface d'impact, mais restent plus importants le week-end que pendant les deux autres périodes de référence. Les dépassements pendant la période d'évaluation jour sont très faibles (en termes de niveaux sonores et de surface).

En ce qui concerne les dépassements des L_{day} pour les trois périodes GLOBALE/SEMAINE/WE, si la Région de Bruxelles-Capitale envisage d'adapter ses valeurs limites aux périodes de la directive européenne 2002/49/EC, (et par conséquent à celles de l'ordonnance bruit de 2004), seuls des dépassements modérés en termes aussi bien de niveaux (inférieurs à 2 dB(A)) que de surface exposée seraient observés.

En ce qui concerne les dépassements des L_{night} pour les trois périodes GLOBALE/SEMAINE/WE, si la Région de Bruxelles-Capitale envisage d'adapter ses valeurs limites aux périodes de la directive européenne 2002/49/EC, (et par conséquent à celles de l'ordonnance bruit de 2004), les dépassements seraient localement fort élevés et dépasseraient les 5 dB(A) au nord de la Région de Bruxelles-Capitale. Les dépassements seraient principalement observés pour la zone de la Région survolée par la route du Canal et les atterrissages sur la piste 02. Les dépassements seraient plus nombreux le week-end que la semaine.

En ce qui concerne les dépassements des L_{evening} pour les trois périodes GLOBALE/SEMAINE/WE, si la Région de Bruxelles-Capitale envisage d'adapter ses valeurs limites aux périodes de la directive européenne 2002/49/EC, (et par conséquent à celles de l'ordonnance bruit de 2004), des dépassements locaux importants pourraient parfois être observés, dépassant les 5 dB (A) sur toute la zone de la Région survolée par la route du Canal principalement. La surface touchée serait plus importante que le jour.

En ce qui concerne les dépassements des L_{den} pour les trois périodes GLOBALE/SEMAINE/WE, si la Région de Bruxelles-Capitale envisage d'adapter ses valeurs limites aux périodes de la directive européenne

03/07/2009

Rapport détaillé

Contrat: VCR/CBU/Avions/ConvWolfel

N° projet WÖLFEL: IT00042/01

2002/49/EC, (et par conséquent à celles de l'ordonnance bruit de 2004), surtout le week-end, des dépassements plus prononcés pourraient être observés comparativement aux dépassements actuellement observés pour la période Jour.

5 Validation : Comparaison avec les mesures

5.1 Réseau de stations de mesure en Région de Bruxelles-Capitale¹

L'IBGE gère actuellement douze stations de mesure de bruit. Ces stations relèvent les niveaux acoustiques en continu. Les emplacements des différentes stations ont été choisis pour leur représentativité d'une configuration urbanistique donnée ou en vue de la surveillance d'une source sonore spécifique (bruit du trafic routier, du trafic aérien, ...). Le réseau total comprend 12 stations de mesures dont les six dernières stations ont toutes été installées dans le courant de l'année 2003 en vue de renforcer la surveillance du bruit du trafic aérien, notamment suite à la mise en application d'un plan de dispersion des routes aériennes au départ de l'aéroport de Bruxelles-National.

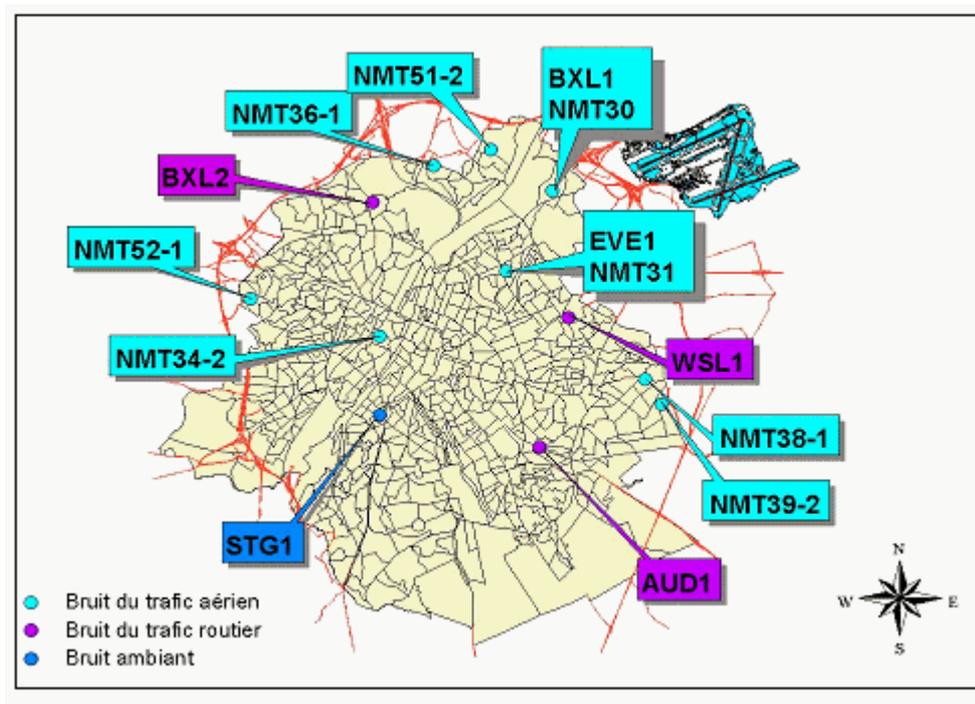


Figure 16 – Plan de situation (01/05/2005) officiel des stations de mesure permanentes

Les 6 premières stations ont été nommées en fonction de la commune sur laquelle elles sont localisées. Un chiffre permet de distinguer plusieurs stations installées sur une même commune. Ainsi les stations installées à Haren et Laeken, toutes deux situées sur la commune de Bruxelles-Ville, sont désignées par « BXL1 » (Haren) et « BXL2 » (Laeken).

Les 6 stations installées en 2003 et dédiées aux mesures du bruit des avions ont été nommées de manière différente. En effet, certains résultats collectés par ces stations sont mis en commun avec ceux de la Région flamande et ceux de BIAC (Brussels International Airport Company, société gestionnaire de l'aéroport) dans le cadre de la «Commission d'Avis relative aux nuisances sonores engendrées par le trafic aérien nocturne de l'aéroport de Bruxelles-National». Dans un souci d'homogénéisation, il a été décidé que toutes les stations (bruxelloises, flamandes ou BIAC) seraient désignées par les 3 lettres « NMT » (Noise Monitoring Terminal)

¹ Ce texte reprend en grande partie des éléments textes et graphiques publiés par Bruxelles Environnement sur la page web http://www.ibgebim.be/FRANCAIS/contenu/content_fiche2.asp?SelectPage=4117&Langue=fr&Prefixe=Bru&ref=399&base=; 10/08/2007

suivies de chiffres les distinguant. Les stations BXL1 et EVE1 mesurant également le bruit des avions ont été renommées de cette manière. Pour différentes raisons, deux stations ont dû être déplacées de quelques dizaines de mètres. Suite à ce déplacement, ces stations, NMT39-1 et NMT51-1 ont été nommées NMT39-2 et NMT51-2.

5.2 Réseau de stations de mesures de la RBC dans le modèle IMMI

Dans le modèle IMMI les stations de mesures sont reprises sous forme de points récepteurs. IMMI travaillant en coordonnées Lambert 72, les coordonnées réelles de stations de mesures, mises à disposition par les services de Bruxelles Environnement, ont été reprises. Les noms des stations de mesure ont été adoptées afin de faciliter les comparaisons. Les points récepteurs avec leurs noms, les limites de communes, les limites des 3 zones de protection de l'arrêté bruit 1999 ainsi que la position de l'aéroport sont reprises à la Figure 17.

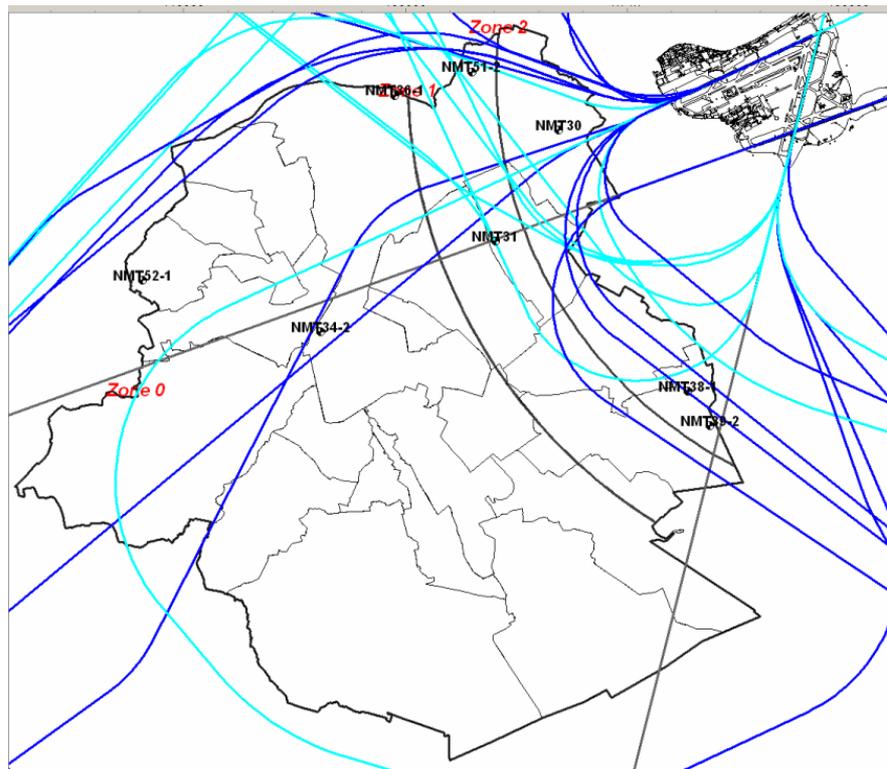


Figure 17 – Localisation et dénomination des stations de mesure en tant que points récepteurs dans le modèle IMMI

5.3 La validation des calculs

Les données mesurées aux stations n'étaient pas connues au chargé de mission pour la modélisation. Toutes les comparaisons se sont faites après la fin des calculs. Bruxelles Environnement a fait les calculs sur base de tableaux de résultats calculés aux points récepteurs (voir 5.2) fournis par le chargé de mission.

5.3.1 Validation des niveaux sonores calculés pour les indicateurs de type L_{eq} ou assimilé

Les indicateurs de type L_{eq} ou assimilé sont L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} et l'indicateur composite L_{den} .

Tableau 12 – Comparaison niveaux mesurés et calculés pour les indicateurs $L_{day}/L_{evening}/L_{night}/L_{den}$ pour l'année globale

	Jour (12h)		Soir (4h)		Nuit (8h)		DEN		Diff Jour	Diff Soir	Diff Nuit	Diff DEN
	Mesure /dB	L _{r,A} /dB										
NMT31	53.7	53.3	52.9	52.2	48.4	47.5	56.5	55.8	-0.4	-0.7	-0.9	-0.7
NMT30	61.7	61.6	60.7	60.9	56	55.9	64.3	64.2	-0.1	0.2	-0.1	-0.1
NMT34-2	45.9	47.7	45.2	47.4	41.6	46.8	49.3	53.4	1.8	2.2	5.2	4.1
NMT36-1	50.8	51.1	49	49.2	46.5	47.7	54	54.8	0.3	0.2	1.2	0.8
NMT38-1	52	56.7	51.5	55.9	45.3	49.9	54.3	58.9	4.7	4.4	4.6	4.6
NMT39-2	55.2	58.0	54.6	57.4	50.1	52.0	58.2	60.5	2.8	2.8	1.9	2.3
NMT51-2	55.7	58.4	54.2	56.9	51.3	54.1	58.9	61.7	2.7	2.7	2.8	2.8
NMT52-1	44	46.3	42.6	44.4	39.2	41.3	47	49.1	2.3	1.8	2.1	2.1

En ce qui concerne la période de référence « année globale », on observe une très bonne corrélation entre les niveaux mesurés et les niveaux calculés pour tous les points sauf NMT34-2 et NMT38-1, où les différences deviennent plus importantes, soit pour une partie des périodes d'évaluation, soit pour toutes les périodes de référence.

Tableau 13 - Comparaison niveaux mesurés et calculés pour les indicateurs $L_{day}/L_{evening}/L_{night}/L_{den}$ pour le week-end

	Jour (12h)		Soir (4h)		Nuit (8h)		DEN		Diff Jour	Diff Soir	Diff Nuit	Diff DEN
	Mesure /dB	L _{r,A} /dB										
NMT31	55.3	55.6	54.6	54.8	50.1	50.0	58.2	58.3	0.3	0.2	-0.1	0.1
NMT30	61.3	61.2	61	62.1	54.2	56.4	63.5	64.7	-0.1	1.1	2.2	1.2
NMT34-2	48.7	51.8	48.4	51.9	43.7	48.9	51.8	56.2	3.1	3.5	5.2	4.4
NMT36-1	48.3	46.7	45.9	44.8	40.7	46.7	49.7	52.9	-1.6	-1.1	6	3.2
NMT38-1	51.7	56.1	51.4	55.8	45.1	50.6	54.1	58.9	4.4	4.4	5.5	4.8
NMT39-2	55.1	57.6	54.8	57.6	50.7	53.2	58.5	61.1	2.5	2.8	2.5	2.6
NMT51-2	52	54.2	51.3	52.8	45.5	53.4	54.3	59.9	2.2	1.5	7.9	5.6
NMT52-1	39.6	42.3	41.6	43.6	31.6	39.4	42.3	47.0	2.7	2	7.8	4.7

En ce qui concerne la période de référence « week-end » : La corrélation est moins bonne que pour l'année globale. Deux tentatives d'explication du phénomène :

- Les modèles mathématiques sont étudiés pour calculer une situation équivalente moyenne. Plus le nombre de mouvements est réduit, plus les effets dus aux événements acoustiques extrêmes laissent leurs traces sur le résultat final calculé. La période d'évaluation « week-end » est la plus courte des trois périodes étudiées.

La correction des routes AIP a été apportée aux sources principales sur base d'une analyse du trafic global annuel. Il se peut que suite aux variations du trafic entre les jours de semaine et le week-end, que la contribution relative de certaines routes secondaires devienne plus importante le week-end (sans nécessairement devenir prédominante).

Dès lors, une analyse détaillée devient nécessaire pour confirmer ou infirmer ces présomptions et afin de trouver une possibilité d'améliorer d'avantage les cartes du bruit du trafic aérien futures.

5.3.2 Validation des niveaux sonores calculés pour les indicateurs statistiques

L'indicateur statistique calculé est le nombre de dépassements du seuil $L_{Amax}=70$ dB(A).

Tableau 14 – Comparaison nombre de dépassements du seuil $L_{Amax}=70$ dB(A) calculés et comptés dans les stations de mesure

2006					2006					2006				
Evaluation pour l'année globale					Evaluation pour l'année globale					Evaluation pour l'année globale				
Avec Tracé moyen					Avec Tracé moyen					Avec Tracé moyen				
Période JOUR					Période SOIR					Période NUIT				
Récepteur					Récepteur					Récepteur				
Nbre LAmax > 70					Nbre LAmax > 70					Nbre LAmax > 70				
	Mesuré	Calculé	Diff		Mesuré	Calculé	Diff		Mesuré	Calculé	Diff			
NMT31	25.3	15.8	9.5	NMT31	6.6	4.7	1.9	NMT31	4	2.1	1.9			
NMT30	92.5	36.4	56.1	NMT30	28.4	10.1	18.3	NMT30	15.5	10	5.5			
NMT34-2	3.8	4.6	-0.8	NMT34-2	0.9	1.3	-0.4	NMT34-2	0.7	2.9	-2.2			
NMT36-1	10	7.1	2.9	NMT36-1	2	1.4	0.6	NMT36-1	2.1	2.4	-0.3			
NMT38-1	17.6	19.3	-1.7	NMT38-1	4.6	5.7	-1.1	NMT38-1	2.5	3.1	-0.6			
NMT39-2	42.7	41	1.7	NMT39-2	11.8	12.6	-0.8	NMT39-2	6.2	6.8	-0.6			
NMT51-2	37	35.2	1.8	NMT51-2	9.4	9.3	0.1	NMT51-2	7.3	8.1	-0.8			
NMT52-1	2.6	0.1	2.5	NMT52-1	0.6	0	0.6	NMT52-1	0.4	0	0.4			

On observe une très bonne corrélation entre mesures et calculs sauf pour la station NMT30. A l'heure actuelle aucune explication n'est disponible relative à la cause de ces différences spécifiques.

6 Evolution des niveaux de bruit de 2004 à 2006

La disponibilité de cartes du bruit pour deux années de référence 2004 et 2006 permet d'illustrer l'évolution des niveaux de bruit. Les routes de vol de l'année 2006 ne sont plus numérisées de la même façon que celles utilisées pour l'année 2004. Une comparaison entre les résultats calculés pour ces routes « 2006 » corrigées à l'aide des tracés moyens avec les routes purement théoriques de l'année 2004 n'est donc pas possible.

6.1 Évolution des niveaux sonores

Afin d'assurer la comparabilité des résultats 2004 avec ceux de 2006, l'étude de l'évolution des niveaux sonores a donc été faite sur base des seules routes théoriques (AIP) pour les deux années de référence 2004 et 2006. Autrement dit : une carte de bruit établie sur les mêmes bases que celle produite pour l'année 2004 a été calculée pour l'année 2006. Cette carte ne peut pas être confondue avec les cartes présentées ci-dessus, qui elles ont toutes été calculées sur base des routes corrigées à l'aide des tracés moyens.

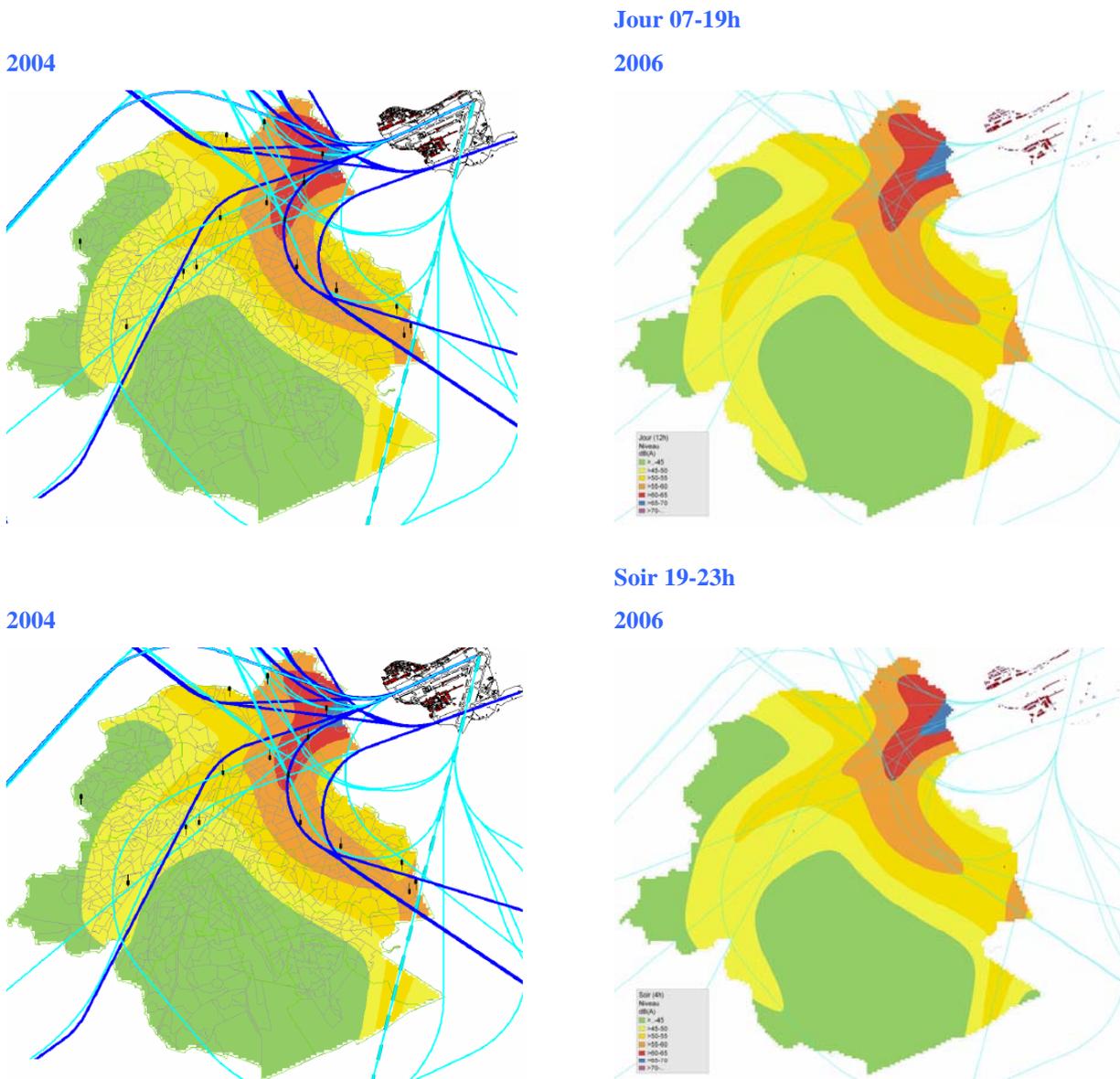


Figure 18 – Comparaison des cartes du bruit pour les routes théoriques 2004 et 2006 : L_{day} et L_{evening}

Tableau 15 – Comparaison des valeurs des mesures effectuées en 2004 et 2006

Comparaison des valeurs des mesures effectuées en 2004 et en 2006										
Stations	LspAv									
	2004-Nuit dB(A)	2006-Nuit dB(A)	2004-Jour dB(A)	2006-Jour dB(A)	2004-Lden dB(A)	2006-Lden dB(A)	2004-L.Amax >70 Jour	2006-L.Amax >70 Jour	2004-L.Amax >70 Nuit	2006-L.Amax >70 Nuit
NMT30-1	55.7	56.0	61.2	61.4	64.1	64.3	106.8	120.7	13.8	15.5
NMT31-1	46.2	48.4	52.4	53.5	55.0	56.5	26.6	31.8	3.1	4.0
NMT34-2	42.3	41.6	45.6	45.7	49.8	49.3	4.9	4.9	0.9	0.7
NMT36-1	48.9	46.5	52.9	50.4	56.6	54.0	18.6	12.0	3.2	2.1
NMT38-1	45.8	45.3	52.4	51.9	54.8	54.3	23.7	22.3	2.7	2.5
NMT39-2	51.5	50.1	55.7	55.0	59.2	58.2	55.2	54.5	7.4	6.2
NMT51-x	54.2	54.4	57.3	58.0	61.5	61.8	47.2	48.0	7.5	7.3
NMT52-1	41.8	39.2	45.1	43.7	49.1	47.0	3.9	3.1	0.9	0.4

L'étude de l'évolution des niveaux sonores sur base des niveaux sonores mesurés en 2004 et en 2006 confirme les observations de la modélisation : augmentation la nuit, et variations faibles vers le haut et vers le bas pour L_{day} et L_{den} . Tendence générale à l'augmentation.

6.2 Évolution de l'impact sur la population bruxelloise

Les variations observées dans les contours de niveaux sonores ont un impact sur le nombre de personnes exposées au bruit. En général, on constate une augmentation de l'exposition de la population. Ce constat est compatible avec l'évolution de cartes et des mesures des niveaux de bruit.

Tableau 16 – Comparaison de l'impact sur la population bruxelloise des années 2004 et 2006

	dB(A) ->	Lden						
		<45	>= 45	>= 50	>= 55	>= 60	>= 65	>= 70
2004	978536	211148	257581	276951	183082	45816	3944	14
2006	979161	186469	250507	296356	192651	48136	4901	142
DIFF(2006-2004)		-24679	-7074	19405	9669	2320	957	128

	dB(A) ->	Ln						
		<45	>= 45	>= 50	>= 55	>= 60	>= 65	>= 70
2004	978536	700099	230818	43719	3853	47	0	0
2006	979161	623128	278253	69762	7605	413	0	0
DIFF(2006-2004)		-76971	47435	26043	3752	366	0	0

