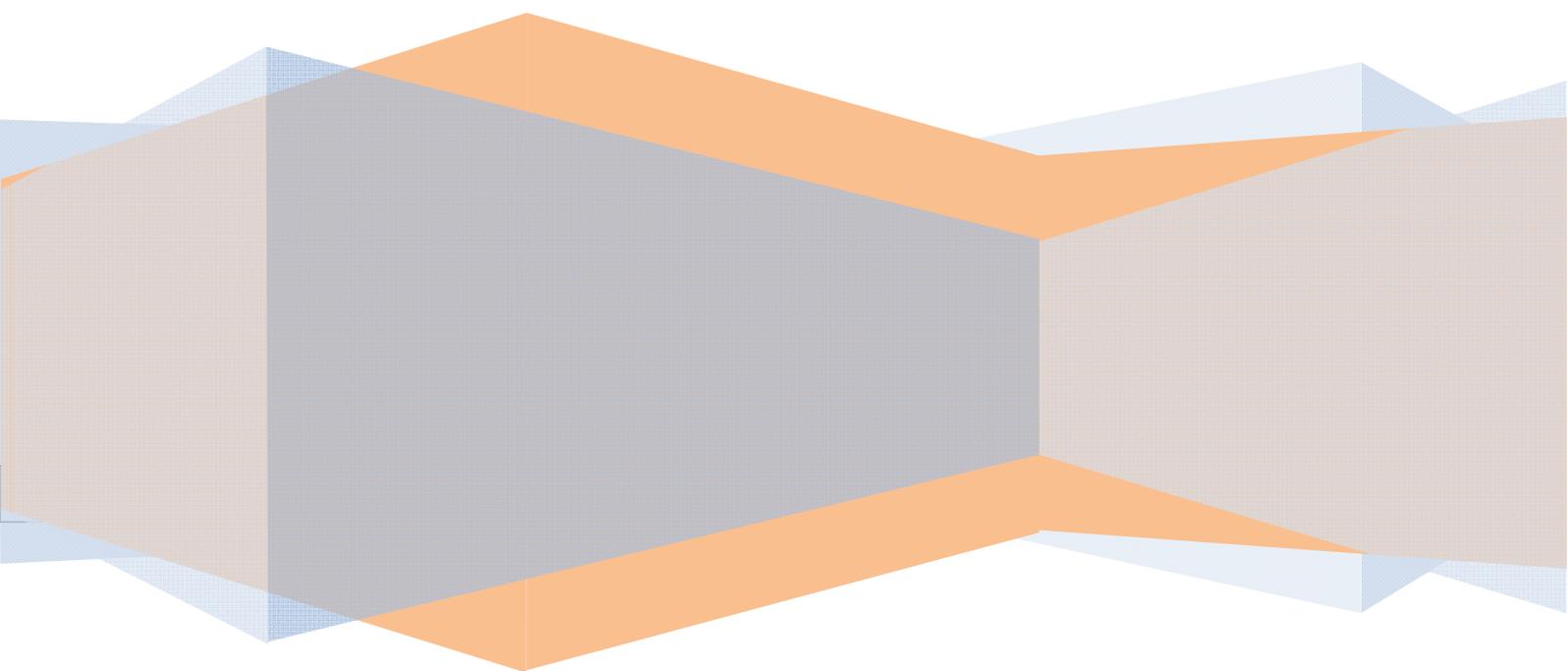


Résumé non technique de l'élaboration des cartes de bruit stratégiques

Communes et EPCI du Val-de-Marne



Le présent document rappelle, dans une première partie, les objectifs et les résultats attendus au vu des textes officiels ainsi que la spécificité du travail réalisé dans le département du Val de Marne. La deuxième partie définit certains termes d'acoustique utiles à la compréhension des résultats et résume le principe d'élaboration des cartes de bruit stratégiques. La troisième partie décrit de manière plus détaillée le processus de réalisation des cartes. Enfin, la quatrième partie présente les résultats attendus. L'annexe fournit un tableau de synthèse des données utilisées ainsi que les résultats sous formes de cartes et de tableaux.

Ce document ne parle pas des plans de prévision du bruit dans l'environnement, à mettre en œuvre par les autorités compétentes et qui devait être réalisé pour le 18 juillet 2008.

SOMMAIRE

I. Contexte autour de l'élaboration des cartes de bruit stratégiques	- 1 -
I.1. Objectif général de la politique européenne dans le domaine du bruit.....	- 1 -
I.2. Transposition en droit français, exigences réglementaires et documents attendus	- 1 -
I.3. Spécificité de l'organisation du travail sur le territoire du Val de Marne.....	- 2 -
II. Glossaire acoustique et principe d'élaboration des cartes de bruit stratégiques.....	- 5 -
II.1. Glossaire acoustique	- 5 -
II.2. Principe méthodologique d'élaboration des cartes de bruit stratégiques.....	- 6 -
III. Description détaillée de la méthode d'élaboration des cartes de bruit stratégiques.....	- 7 -
III.1. Données entrantes.....	- 7 -
III.2. Résumé des méthodes utilisées pour palier aux manques d'informations.....	- 8 -
III.2.a. Estimation du trafic sur le réseau routier communal.....	- 8 -
III.2.b. Modélisation acoustique des ICPE soumises à autorisation.....	- 9 -
III.3. Outil d'administration des données et de calcul acoustique.....	- 11 -
III.4. Paramètres de calcul.....	- 12 -
III.4.a. Paramètres fixés par la réglementation	- 12 -
III.4.b. Paramètres spécifiques à ce projet	- 13 -
IV. Résultats.....	- 15 -
IV.1. Cartes des niveaux sonores	- 15 -
IV.2. Cartes des secteurs affectés par le bruit	- 15 -
IV.3. Cartes de dépassement des valeurs limites.....	- 16 -
IV.4. Cartes d'évolutions	- 17 -
IV.5. Tableaux statistiques	- 17 -
IV.6. Prise en compte des modifications importantes d'urbanisme.....	- 18 -

I. Contexte autour de l'élaboration des cartes de bruit stratégiques

I.1. Objectif général de la politique européenne dans le domaine du bruit

Dans son livre vert sur la politique future de lutte contre le bruit (1996), la Commission européenne désignait le bruit extérieur comme l'un des principaux problèmes d'environnement qui se posent en Europe. Le Parlement européen et le Conseil de l'Union Européenne ont depuis adopté une directive relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, la directive n° 2002/49/CE du 25 juin 2002.

La directive n°2002/49/CE vise à instaurer une approche commune au sein de l'Union européenne destinée à éviter, prévenir ou réduire en priorité les effets nuisibles, y compris la gêne, de l'exposition au bruit dans l'environnement. A cette fin, elle prescrit la mise en œuvre, dans chaque Etat membre, des orientations suivantes :

- déterminer l'exposition au bruit dans l'environnement à l'aide de la cartographie du bruit et estimer les populations exposées (élaboration des cartes de bruit stratégique « CBS »),
- garantir l'information du public concernant le bruit dans l'environnement et ses effets,
- adopter des plans d'action visant à prévenir et réduire le bruit dans l'environnement (« PPBE »), et à préserver la qualité de l'environnement sonore lorsqu'elle est satisfaisante (Zone calme).

La directive n°2002/49/CE, publiée le 18 juillet 2002, devait être transposée dans notre droit national avant 2004. Des cartes du bruit dans l'environnement et des plans d'action devaient être portés à la connaissance du public dès 2007. Ces délais n'ont pas été tenus.

La transposition doit définir notamment:

- les autorités responsables de l'élaboration et de l'adoption des cartes de bruit et des plans d'action,
- les valeurs limites de bruit dans l'environnement,
- les critères acoustiques afférents aux zones calmes à protéger,
- les agglomérations de plus de 100 000 habitants concernées,
- les procédures d'élaboration et de révision des cartes et des plans d'action.

I.2. Transposition en droit français, exigences réglementaires et documents attendus

La transposition de la directive n°2002/49/CE a finalement eu lieu par l'adoption de la loi n° 2005-1319 du 26 octobre 2005 portant diverses dispositions d'adaptation au droit communautaire dans le domaine de l'environnement. Le code de l'environnement a été modifié aux articles L. 572-1 à L.572.11 et le code de l'urbanisme aux articles L.147-1 à L.147-8 et R.147-1 à R.147-11. La transposition s'est achevée par la parution du décret n°2006-361 du 24 mars 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et modifiant le code de l'urbanisme, et à l'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

En résumé, pour la partie évaluation de l'exposition au bruit et donc pour l'élaboration des cartes de bruit stratégiques, les autorités compétentes sont les communes et le cas échéant les EPCI munis d'une compétence bruit.

Les sources de bruit observées dans ce projet sont : les infrastructures terrestres de transport (le trafic routier et le trafic ferroviaire), l'activité aérienne des grands aéroports ainsi que les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation (« ICPE-A »).

Les deux indicateurs de niveau sonore à représenter sont, pour chaque source de bruit, le Ln et le Lden définis dans le chapitre II.1.

Les documents à produire sont listés dans l'article 3 du décret n°2006-361 et présentés ci-dessous, sous la forme d'un tableau.

Source	Routes		Fer		Avion		Industrie	
	Ln	Lden	Ln	Lden	Ln	Lden	Ln	Lden
Carte Niveaux Sonores								
Carte Zones affectées								
Carte Valeurs limites								
Carte Evolutions								
Tableau statistique								
Résumé								

Tableau 1 : Tableau de synthèse des résultats attendus

Ces documents sont d'une part des représentations graphiques des niveaux sonores (les cartes de bruit) et des secteurs affectés par le bruit ouvrant à des obligations réglementaires antérieures à la directive n°2002/49/CE (le classement sonore) et d'autre part, des informations statistiques sur les populations exposées. Toutes ces informations à produire sont détaillées dans la partie IV.

Au total, l'autorité compétente doit produire 25 cartes, 8 tableaux et un résumé de la méthode employée. Ce nombre de documents peut être moins élevé si le territoire n'est pas concerné par l'ensemble des sources de bruit observées.

Les cartes de bruit sont, une fois établies, arrêtées par les conseils municipaux ou communautaires et mises à disposition du public au siège de l'autorité compétente. Elles sont publiées par voies électroniques.

Précision importante :

Parallèlement à ce travail d'élaboration et de publication des cartes de bruit stratégiques, les autorités compétentes doivent fournir un plan d'actions : le plan de prévention du bruit dans l'environnement ou « PPBE ». Ce document constitue un engagement de l'autorité compétente pour s'impliquer dans la lutte contre le bruit en présentant des actions, soit curatives soit de prévention, menées sur son territoire.

I.3. Spécificité de l'organisation du travail sur le territoire du Val de Marne

Le territoire du Val de Marne dispose d'un état des lieux du bruit émis par les grandes infrastructures de transports : les routes (nationales et départementales), le fer, les transports aériens et fluviaux. Cette étude a été initiée par le Conseil Général. Elle est issue de la charte de l'environnement sonore du Val de Marne adoptée en 2000, où il est apparu nécessaire de dresser un «état des lieux sonore» du territoire du Val de Marne, pour pouvoir engager sereinement et efficacement l'amélioration générale du cadre de vie sonore des Val de Marnais.

Ce cadastre des niveaux sonores calculés sur le territoire du Val de Marne est enrichi et actualisé par l'Observatoire Départemental de l'Environnement Sonore (ODES 94) qui développe un outil de connaissance et de prévision de l'environnement sonore au service de l'ensemble des acteurs territoriaux du département.

Il s'agit de favoriser une anticipation des problèmes de bruit dans l'ensemble des projets d'urbanisme et d'aménagement des territoires et de réaliser l'identification des populations, en particulier celles soumises à des expositions sonores multiples, afin de permettre à l'ensemble des acteurs une action concertée.

Depuis 2007 un important travail d'expertise s'est engagé entre l'ODES et les communes et les EPCI du territoire afin de modéliser d'une part l'impact sonore du réseau routier communal et des ICPE-A et, d'autre part, de valider l'impact des niveaux sonores des sources d'infrastructures principales déjà calculées.

Cette première démarche d'amélioration du référentiel sonore du territoire du Val de Marne a un double avantage immédiat :

- Elle assure tout d'abord, à chacune des collectivités engagées dans la démarche la possibilité de respecter pleinement l'obligation réglementaire de la directive n°2002/49/CE de produire des cartes de bruit stratégiques.
- Elle permet également du fait de l'unicité de la méthode de modélisation utilisée sur les différents territoires, de garantir la cohérence du référentiel sonore à l'échelle du département. De plus, les cartes sont recueillies et organisées au sein d'une base de données unique administrée par l'ODES.

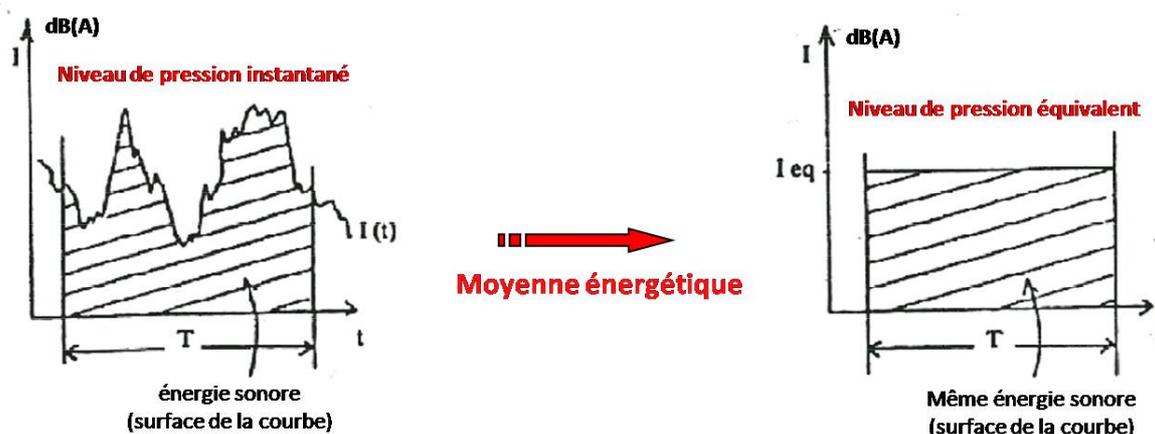
II. Glossaire acoustique et principe d'élaboration des cartes de bruit stratégiques

II.1. Glossaire acoustique

Avant d'aborder l'aspect méthodologique de production des cartes de bruit stratégiques, il est nécessaire de définir certains termes indispensables à la compréhension du document.

Niveau sonore équivalent – $L_{eq,T}$

Si on considère une période T pendant laquelle un certain nombre d'événements sonores fluctuant apparaissent, le niveau sonore équivalent correspond à un niveau d'intensité continue sur la même période T et dont l'énergie acoustique dépensée serait la même que celle du niveau fluctuant. Il se mesure en dB(A). L'image ci-dessous illustre cette notion.



Décibel A – dB(A)

Unité de mesure du niveau sonore. C'est la variation de pression dans l'air, appelée pression acoustique, produite par les ondes acoustiques. L'unité évolue sur une échelle logarithmique plus adaptée à la lecture que son équivalence linéaire. Le niveau sonore est pondéré par un coefficient de type A qui tient compte de la sensibilité de l'oreille aux différentes fréquences.

Indicateur de niveau sonore – $L_d/L_e/L_n/L_{den}$

Les indicateurs de niveau sonore utilisés dans le cadre des cartes de bruit stratégiques caractérisent 3 périodes d'une journée :

- L_d : le niveau sonore de la période de jour, de 6h à 18h (d'une durée de 12h),
- L_e : le niveau sonore de la période de soirée, de 18h à 22h (d'une durée de 4h),
- L_n : le niveau sonore de la période de nuit, de 22h à 6h (d'une durée de 8h).

L'indicateur L_{den} est le niveau sonore équivalent pour les périodes jour, soir et nuit d'une durée totale de 24h et dont les niveaux sonores du soir et de la nuit ont été volontairement et respectivement augmentés de 5 et 10 dB(A).

II.2. Principe méthodologique d'élaboration des cartes de bruit stratégiques

La connaissance des niveaux sonores sur un territoire peut s'obtenir de deux manières :

- La mesure acoustique avec un plan d'échantillonnage des points de mesure très fin. Cette méthode est impossible à réaliser en raison de l'investissement humain, matériel et financier nécessaire trop important.
- La modélisation (méthode de calcul pour simuler les niveaux sonores) au moyen d'un logiciel dédié. La qualité et la précision des résultats dépendent en grande partie de la précision des données utilisées.

L'approche pragmatique consiste à combiner les deux solutions. Un premier temps est consacré à la modélisation des niveaux sonores à l'échelle du département. Le second temps est consacré à la réalisation de campagnes de mesures permettant ainsi de recalibrer le modèle et faire vivre la cartographie de l'environnement sonore au cours du temps.

Modéliser les niveaux sonores c'est raisonner en terme de sources, de propagation et d'obstacles à la propagation. Il s'agit de reproduire au plus proche la réalité de l'environnement extérieur et de considérer que la propagation du bruit sur le territoire est modifiée voire altérée en fonction de la nature du terrain, des accidents de terrain et de la présence d'obstacles.

Les sources productrices de bruit dans l'environnement auxquelles nous nous intéressons sont les infrastructures de transports (routes, voies ferrées, grands aéroports) et les sites industriels. Les obstacles à la propagation du bruit émis par ces sources sont la topographie du terrain (dénivelés, coteaux, buttes), la présence de bâtiments et d'écrans.

Pour modéliser les niveaux sonores, il faut donc disposer des éléments suivants :

- Les données permettant de représenter spatialement les obstacles et les sources sur le territoire : la topographie, l'emprise et la hauteur des bâtiments, les éléments naturels, les trajectoires des sources.
- Les données permettant de quantifier et de qualifier les sources de bruit d'un point de vue acoustique (trafic, revêtement des routes, tronçon acoustiquement homogène, etc.).
- La méthode de calcul de la propagation du bruit (le modèle mathématique sur lequel on ne peut pas opérer de changements, immuable, car il est normé et imposé par la Loi).

Tous ces éléments sont intégrés à l'intérieur d'un outil informatique qui va permettre, une fois paramétré, de modéliser les niveaux sonores auxquels sont exposées les populations.

L'approche méthodologique consiste ensuite à valider les résultats de modélisation. Pour cela :

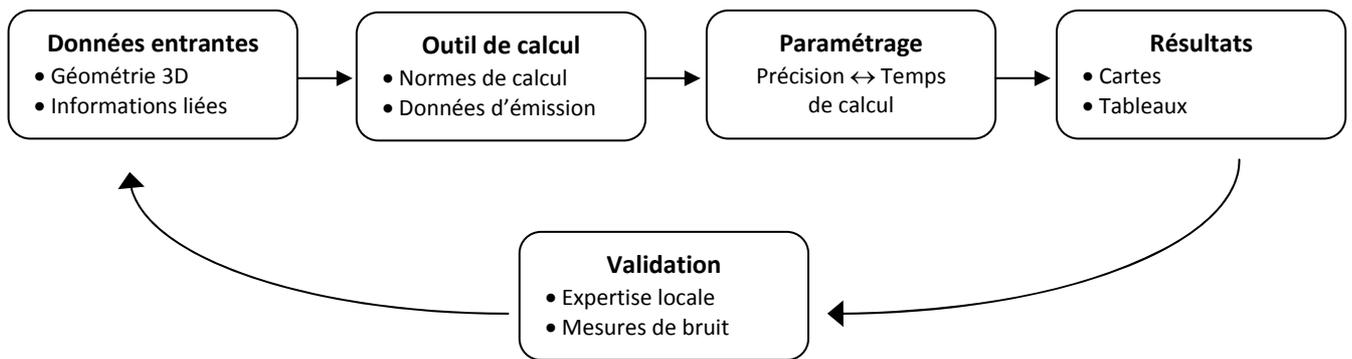
- les résultats sont soumis à autorités locales pour expertiser une les représentations des niveaux sonores,
- des mesures de courte ou longue durée sont réalisées à des endroits pertinents du territoire. Celles-ci peuvent être confrontées aux résultats de modélisation.

Cette étape de validation peut entraîner des corrections du modèle afin mieux refléter la réalité.

Précisons que la comparaison entre un niveau sonore issu d'une modélisation et un niveau issu d'une mesure doit se faire avec beaucoup de précautions car les deux méthodes ne montrent pas exactement la même chose. En effet, la modélisation utilise des données moyennes annualisées pour quantifier les sources de bruit. Par exemple, le TMJA (taux moyen journalier annuel) utilisé pour quantifier le trafic routier est la moyenne du trafic journalier calculée à partir des données de trafic d'une année entière. Une mesure de bruit représente le niveau sonore pour un trafic particulier présent pendant la période de mesure.

III. Description détaillée de la méthode d'élaboration des cartes de bruit stratégiques

Comme nous l'avons précisé dans le chapitre précédent, les cartes de bruit stratégiques sont élaborées à partir d'un outil de calcul. Ce principe nécessite de reproduire dans cet outil l'environnement extérieur du territoire d'étude en trois dimensions.



Les sources de bruit sont ensuite définies de façon à connaître leur émission sonore (trafic, type d'infrastructure, vitesse...). Après paramétrage de l'outil de calcul, celui-ci effectue les calculs permettant d'obtenir une cartographie du bruit dans l'environnement Val de Marais.

Par la suite, les données d'entrée peuvent être modifiées et les calculs relancés, soit dans le cadre d'une mise à jour des cartes, soit dans une optique de prévision et de test de différents scénarios. Ainsi, l'outil cartographique pourra servir, par exemple dès la conceptualisation de projets d'urbanisme, à évaluer l'impact sonore de telle ou telle infrastructure.

III.1. Données entrantes

Les données entrantes servent à construire un modèle d'information géographique le plus précis possible. Chaque élément du modèle est caractérisé par deux informations :

- des coordonnées spatiales en 3 dimensions,
- des informations de qualification et de quantification.

Les informations spatiales sont principalement issues de la BD TOPO 3D de l'IGN qui fournit la localisation des sources de bruit et des obstacles sur le territoire.

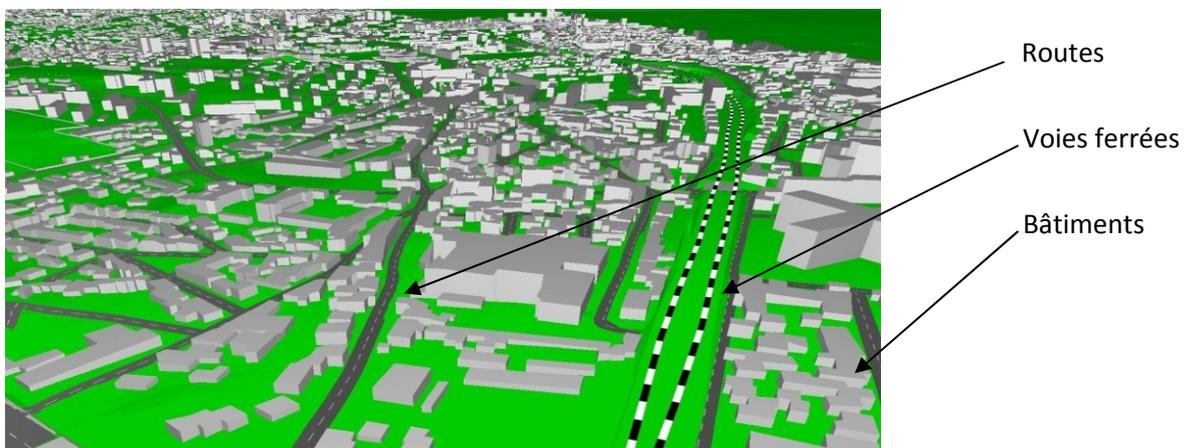


Figure 2 : Représentation 3D du modèle de calcul acoustique

Les informations de qualification et de quantification des sources de bruit sont issues de divers organismes. Le rassemblement de ces données constitue une étape primordiale pour réaliser les cartes de bruit stratégiques. Elles sont très nombreuses et leur recueil auprès des différents acteurs des transports (DDE, CG, SNCF, RFF, RATP, ADP, DGAC) est long et difficile, mais indispensable. De plus il faut les organiser.

Commune	NUMERO	NOM_RUE_G	LARGEUR	TMJA	%PL 24h	n°poste comptage	Débit horaire jour	Débit horaire soir	Débit horaire nuit	Vitesse VL, km/h	Écoulement	revêtement
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	5.5	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	5.5	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	5.5	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	5.5	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	9	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	9	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	9	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	9	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	5.5	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	5.5	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé
Rungis	D65	AV CHARLES LINDBERGH	5.5	10020	6.0	686.1	620	372	130	50	pulsé non différencié	enrobé bitumé

Tableau 2 : Extrait d'une base de données constituée pour le trafic routier

Pour le réseau routier, il faut obtenir les données de trafic, la répartition poids lourds/véhicules légers, la vitesse et l'allure des véhicules, la nature de la chaussée. Les données ferroviaires nécessaires sont le nombre, la vitesse et la répartition horaire des trains, le type de matériel roulant, et les types de traverses, de rails et de pose (voie ballastée ou non). Pour le trafic aérien, les données d'entrée sont le nombre d'appareils, les types, les trajectoires.

Une autre difficulté consiste à recueillir les données de référence de l'année civile précédant l'élaboration des cartes. Pour cette première échéance, les données recueillies sont hétérogènes dans le temps. Par exemple, les bâtiments sont représentatifs de l'année 2003, les données de trafic routier et ferroviaire sont respectivement de 2004 et 2006. Néanmoins l'article 3 de l'arrêté du 4 avril 2006 précise d'utiliser les données les plus récentes disponibles.

Le tableau présenté dans l'annexe A de ce document récapitule l'ensemble des données entrantes utilisées pour le calcul des cartes de bruit stratégiques.

Par ailleurs, certaines données indisponibles ont été estimées via des méthodes qui sont présentées dans le chapitre III.2.

III.2. Résumé des méthodes utilisées pour palier aux manques d'informations

Des méthodes spécifiques ont été mises en œuvre pour palier le manque de données mesurées sur le trafic du réseau routier communal et sur les niveaux sonores émis par les ICPE-A. Elles sont le fruit de la rencontre entre plusieurs domaines d'expertises, spécialistes des villes, bureaux d'études, équipe technique de l'ODES et agents du département.

III.2.a. Estimation du trafic sur le réseau routier communal

La méthode permet de calculer une estimation du nombre de déplacements effectué en véhicule particulier dans une zone d'étude. Ce nombre de déplacements est ensuite distribué à l'intérieur de cette zone sur le réseau communal préalablement hiérarchisé en fonction de son utilisation.

La méthode est basée sur deux hypothèses principales :

- le transit routier intercommunal se fait majoritairement sur le réseau structurant,
- le trafic sur le réseau communal est lié à la population et aux emplois locaux.

A partir de ces deux hypothèses, la commune est découpée en secteurs délimités par le réseau structurant. L'estimation du trafic à l'intérieur de chaque secteur est lié au nombre d'habitants et au nombre d'emplois existants. Pour calculer le nombre de déplacements à l'intérieur d'un secteur, on se base sur une enquête ménage spécifique au Val de Marne qui conduit au résultat suivant : en moyenne il y a 1.5 déplacement réalisé en véhicule particulier par habitant par jour. Sachant qu'en termes de déplacement, 1 emploi équivaut à 2 habitants (modèle DAVIS), nous pouvons en déduire le nombre de déplacements à l'intérieur d'un secteur. Celui-ci est égal à 1.5 que l'on multiplie par le nombre d'habitants plus 2 fois le nombre d'emplois.

En parallèle à ce calcul, le réseau communal fait l'objet d'un diagnostic interne. Il consiste à hiérarchiser le réseau circulé en trois catégories correspondant à une utilisation plus ou moins importante : voies de distribution, voies de desserte, sentes.

Le diagnostic permet également de localiser des voies dont le trafic est atypique (shunte, %PL important ou PL interdit), de repérer les sens uniques, les zones 30, les revêtements particuliers, les passages piétons. Tout ceci en présence des agents des services techniques, les mieux placés pour fournir ces informations.

Le nombre de déplacements calculé est ensuite réparti de façon homogène à l'intérieur des catégories voies de distribution et voies de desserte afin d'obtenir une estimation du trafic journalier de ces deux catégories.

L'estimation est affectée à une classe de bruit de A à E. La valeur de trafic retenue correspond à une valeur médiane de la classe.

Trafic estimé	Classe bruit	Valeur de trafic retenue
< 750	A	500
750 - 1500	B	1000
1500 - 3000	C	2000
3000 - 5000	D	4000
> 5000	E	valeur estimée

Tableau 3 : Affectation d'une classe de bruit au trafic estimé

L'intervalle entre chaque classe de A à D est caractérisé par un doublement de trafic, correspondant à une augmentation de +3dB(A).

Le trafic sur les sentes est une valeur forfaitaire de 250 véhicules par jour.

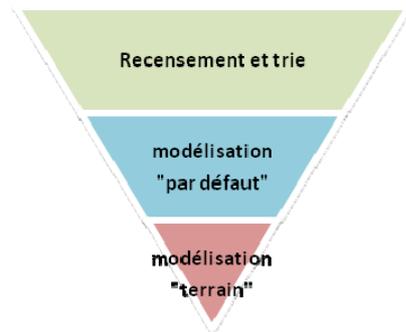
Cette méthode a été approfondie grâce à la participation experte des services techniques de la commune de Vitry-sur-Seine et de leur connaissance quantifiée du trafic sur le réseau communal.

III.2.b. Modélisation acoustique des ICPE soumises à autorisation

Les ICPE-A sont soumises à une réglementation vis-à-vis du bruit qu'elles peuvent émettre (arrêté du 23 janvier 1997). Celle-ci impose de réaliser une étude d'impact et de respecter les niveaux sonores en limite de propriété suivants : 70 dB(A) de jour (6h-22h) et 60 dB(A) de nuit (22h-6h).

En conséquence, ces sites ne présentent a priori pas un fort enjeu pour la cartographie du bruit car ils sont réglementés et sont souvent situés en zone industrielle, loin des populations. Néanmoins, la transposition de la directive n°2002/49/CE a ciblé ces installations pour la réalisation des cartes de bruit stratégiques.

Devant le peu de moyens à notre disposition pour modéliser de façon précise le bruit provenant des installations industrielles, nous utilisons une méthodologie pragmatique qui peut se schématiser par un système d'entonnoir.



- 1^{ère} étape : recenser et identifier tous les sites existants sur le territoire du Val de Marne, les trier et conserver seulement ceux qui sont potentiellement bruyants.
- 2^{ème} étape : modéliser le bruit émis par ces sites en utilisant une méthode de modélisation « par défaut ».
- 3^{ème} étape : modéliser le bruit émis par des sites pertinents (corrélation Bruit/Population) en utilisant des mesures de bruit réalisées sur site.

Figure 3 : Etapes de prises en compte des ICPE soumises à autorisation pour l'élaboration des CBS

Le recensement des ICPE est disponible sur des listes établies par la préfecture, la DRIRE et le STIIC. Celles-ci permettent d'identifier et de localiser tous les sites. Néanmoins, nous avons constaté qu'elles ne sont pas maintenues à jour régulièrement. Elles ont été soumises aux services techniques des communes pour valider que les installations sont toujours en activité. Dans ce cas, nous pouvons réaliser une première modélisation dite « par défaut ».

La méthode de modélisation repose sur la réglementation de l'arrêté du 23 janvier 1997 et sur la définition d'un indice de bruyance. Cet indice est établi en fonction du caractère plus ou moins bruyant de l'activité. L'indice évolue entre 1 et 3, du moins bruyant au plus bruyant. Cet indice permet d'affecter ensuite une pondération aux niveaux sonores admissibles en limite de propriété de -5 dB(A) pour l'indice 2 et -10 dB(A) pour l'indice 1.

Le tableau suivant liste l'indice de bruyance affecté à chaque typologie d'activité.

Typologie d'activité	Bruyance
Non classifié	0
Elevages	2
Agro-alimentaire et boissons	1
Bois -papier -carton -plastique-caoutchouc	3
Pétrole et gaz (hors raffinerie)	2
Chimie et parachimie (sites pharmaceutiques seulement)	1
Textile et habillement -teinture -impression -laveries	2
Industrie des cuirs et peaux -tannerie	2
Industries extractives (ex: carrières)	3
Industries minérales (ex : fabrication du béton)	3
Mécanique -traitements de surfaces	1
Energie	
Unités de chauffage urbain	1
Centrales de production d'énergie	3
Sidérurgie -métallurgie -coke (surtout des fonderies)	3
Déchets et traitement	
Traitement des eaux	2
Traitement des déchets (UIOM, etc.)	3
Traitement ou recyclage matériaux (granulats, ferraille, etc.)	3
Centre de stockage de déchets (récupération de matériaux...)	2
Entreposage -commerce	1
Divers et services	1
Plate forme logistique	2
Centres hospitaliers	1

Tableau 4 : Typologies d'activités et indice de bruyance affecté

Le calcul du niveau sonore produit par les ICPE dans l'environnement est ainsi réalisé : la surface de propriété de l'entreprise est définie comme une source de bruit surfacique dont le niveau sonore émis est limité sur son périmètre aux valeurs réglementaires affectées de la pondération induite par l'indice de bruyance. Voir illustration ci-contre.



Figure 4 : illustration de la modélisation acoustique d'une ICPE

L'analyse des résultats issus de cette méthode couplée avec une analyse territoriale (MOS, PLU, population, plaintes,...) doit permettre de localiser précisément des secteurs sur lesquels une analyse plus avancée, modélisation « terrain », pourra être envisagée.

III.3. Outil d'administration des données et de calcul acoustique

L'outil de calcul utilisé pour la réalisation de ce projet est le logiciel CadnaA développé par la société DATAKUSTIK (Allemagne). CadnaA est un SIG (Système d'Information Géographique) qui utilise la BD TOPO 3D et un moteur de calcul acoustique permettant la modélisation de la propagation du son émis par différentes sources sonores (voitures, trains, péniches, avions, industries), en prenant en compte les données topographiques et les effets de masquage induits par les bâtiments. Il constitue le cœur informatique de l'outil de connaissance et de prévision de l'environnement sonore du Val de Marne.

Le logiciel dispose de trois grandes fonctionnalités :

- Un système organisé de bases de données géométriques, géographiques et acoustiques. Il permet de rassembler, organiser, gérer, analyser et combiner les différentes données. Ce système permet, par exemple, de croiser les informations pour avoir une finesse d'analyse croissante et combiner les approches successives :
 - 1^{er} niveau : connaître les zones bruyantes et des zones calmes
 - 2^{ème} niveau : repérer et identifier les bâtiments exposés dans les zones bruyantes (croisement niveaux sonores / bâti)
 - 3^{ème} niveau : sélectionner les bâtiments sensibles dans les zones bruyantes (croisement niveau sonore / logements, groupes scolaires, hôpitaux)
 - 4^{ème} niveau : connaître les populations exposées (croisement niveaux sonores / logements / activités / population)
- Un moteur de calcul acoustique. Il prend en compte dans la modélisation des niveaux sonores, la topographie, le bâti et les infrastructures de transports. Il modélise dans un espace en trois dimensions (3D)
- Une interface graphique permettant des présentations sous forme cartographique évoluée dont la visualisation en 3D couleur avec possibilité de survol du projet et de création d'animation/vidéo. Les cartes 2D et 3D sont des vecteurs de concertation et de communication. Elles apportent un appui objectif dans les débats publics liés à une nouvelle infrastructure ou un futur aménagement.

Les cartes des niveaux sonores produites peuvent être exportées sous différents formats informatiques et être ensuite importées et exploitées dans les SIG des collectivités.

Un des intérêts de travailler avec ce logiciel est la gestion de projets à différentes échelles géographiques : de la plus grande, l'ensemble du territoire départemental, à la plus petite. Bien qu'à travers ce projet, nous gardions une vision globale et large de la problématique du bruit dans l'environnement, nous serons plus tard amenés à réfléchir sur des actions plus locales. Ainsi, à une échelle locale il est possible, par exemple, de simuler l'impact d'un mur anti bruit le long d'une infrastructure routière ou ferrée. Nous pouvons également élaborer de multiples scénarios d'actions curatives en fonction des évolutions prévues et des scénarios prévisionnels pour les aménagements futurs. Il facilite ainsi le travail des décideurs dans leurs choix de priorités en fonction de leurs budgets.

CadnaA offre la possibilité dans le cadre d'un module optionnel de traiter parallèlement à la propagation sonore, la pollution de l'air. Cette double approche constitue un atout intéressant dans la perspective de disposer d'une vision plus globale des polluants dans l'environnement.

III.4. Paramètres de calcul

La directive n°2002/49/CE fixe certains paramètres de calcul pour la réalisation des cartes de bruit stratégiques. D'autres sont laissés au libre choix. La définition de ces paramètres est une étape qui va impacter sur la précision et le temps de calcul. En fonction des objectifs, nous pouvons faire varier le curseur évoluant entre précision et rapidité.

III.4.a. Paramètres fixés par la réglementation

La transposition de la directive n°2002/49/CE, plus précisément l'arrêté du 4 avril 2006, recommande de calculer les cartes de bruit stratégiques en utilisant les normes spécifiques suivantes :

- Bruit des trafics routier et ferroviaire : XP S 31-133
- Bruit des aéronefs : CEAC doc.29
- Bruit industriel : ISO 9613-2

Ces normes décrivent précisément, comment à partir de la source de bruit, le trajet des ondes sonores évoluent dans l'environnement en fonction des obstacles rencontrés.

Les valeurs d'émission des sources de bruit sont fournies dans les documents suivants :

- Voitures : Nouvelle méthode de prévision du bruit (NMPB) – routes – 1996
- Trains : « Méthode et données d'émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire dans l'environnement » - 30 janvier 2006
- Avions : Base de données européenne « ANP »
- ICPE : Aucune de base de données disponible

La directive n°2002/49/CE fixe le calcul du niveau sonore à **4 mètres de hauteur** par rapport au sol. L'évaluation des niveaux de bruit en façade de bâtiment, permettant d'obtenir les estimations des personnes exposées au bruit, est calculée à la même hauteur, à **2 mètres en avant de la façade** du bâtiment et **sans tenir compte de la dernière réflexion** (celle qui provient du bâtiment évalué).

III.4.b. Paramètres spécifiques à ce projet

Des choix ont été faits sur les paramètres suivants afin d'optimiser la production des résultats :

- Le pas de maillage des points de calcul : un calcul est réalisé tous les **5 mètres**.
- Le rayon de considération des sources autour d'un point de calcul : dans un rayon de **1000 mètres** autour du point de calcul, toutes les sources de bruit sont prises en compte.
- Le nombre maximum de réflexions des rayons sonores sur des obstacles : les ondes sonores peuvent se réfléchir, au maximum, **2 fois** sur des obstacles avant de parvenir au point de calcul.
- Le nombre de rayons sonores tirés à partir d'un point de calcul pour rechercher des sources. A partir du point de calcul, **120 rayons** sonores sont tirés (1 rayon tous les 3 degrés). Ils vont se propager jusqu'à la rencontre d'une source de bruit.

Ces choix sont le résultat d'une étude paramétrique qui a permis de définir un optimum entre le temps de calcul du projet à l'échelle du Val de Marne et la précision de calcul du niveau sonore.

Les normes de calcul prennent également en compte les conditions météorologiques. La direction, la vitesse du vent et la température ont une influence sur la propagation du bruit quand on s'éloigne de la source. Pour ce projet, nous utilisons les conditions moyennées sur plusieurs années calculées à partir des mesures réalisées par la station de référence du Val de Marne.

IV. Résultats

Les conditions d'acquisition et de traitement des données étant développées dans les chapitres précédents, nous présentons ici les résultats attendus.

IV.1. Cartes des niveaux sonores

Ces cartes représentent pour chaque source de bruit et chaque indicateur, les zones exposées au bruit. Ces zones sont délimitées par des isophones, courbes de même niveau sonore, de 5 en 5 dB(A) et colorée conformément à la norme NF-S 31-130 (version 2008), comme indiqué dans le tableau suivant :

Couleur	Niveau sonore en dB(A)
Violet foncé	≥ 75
Violet lavande	70 – 75
Rouge	65 – 70
Orange	60 – 65
Jaune	55 – 60
Vert clair	50 – 55
Vert moyen	45 – 50
Vert foncé	< 45

Tableau 5 : Correspondance entre niveau sonore et couleur de représentation

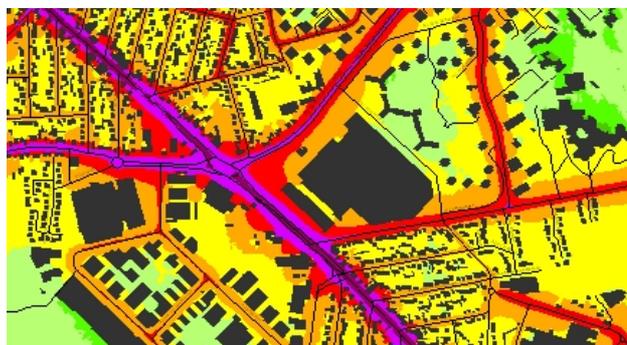


Figure 5 : Illustration de la représentation d'une carte des niveaux sonores

Ces cartes sont présentées dans l'annexe B.

IV.2. Cartes des secteurs affectés par le bruit

Ces cartes représentent les secteurs affectés par le bruit définis dans les arrêtés préfectoraux de classement sonore établis distinctement pour les routes et les voies ferrées. Ces arrêtés sont basés sur une évolution prévisionnelle du trafic à l'horizon de 2015.

Le classement sonore est une démarche réglementaire prise en application de l'article L. 571-10 du code de l'environnement, détaillée par le décret n° 95-21 du 9 janvier 1995 et l'arrêté du 30 mai 1996. Elle conduit au classement, par le préfet du département, des infrastructures de transport terrestre en 5 catégories, selon leur niveau d'émission, et à la définition de secteurs affectés par le bruit. Des règles portant sur l'isolement acoustique des bâtiments nouveaux s'appliquent dans ces secteurs en fonction du classement.

Ces secteurs sont référencés de façon officielle sous la forme de 3 arrêtés préfectoraux de classement sonore des infrastructures de transports terrestres :

- Réseau ferroviaire et sites propres : arrêté préfectoral n°2002-08 du 3 janvier 2002
- Voirie départementale : arrêté préfectoral n°2002-07 du 3 janvier 2002
- Voirie nationale : arrêté préfectoral n°2002-06 du 3 janvier 2002

Ces arrêtés définissent, pour chaque infrastructure, la catégorie de classement correspondante ainsi que le périmètre du secteur affecté.

L'illustration suivante montre une route de catégorie 3 et deux routes de catégorie 2 représentées respectivement par une couleur rouge et une couleur orange (norme NF-S 31-130). Les secteurs affectés, en gris transparent, s'étendent respectivement sur 100 mètres et sur 30 mètres de part et d'autres de ces routes. Les nouveaux bâtiments construits à l'intérieur de ces secteurs doivent respectés des critères de protection acoustique.

Couleur	Catégorie	Secteur affecté (en mètres)
violet foncé	1	300
violet lavande	2	250
rouge	3	100
orange	4	30
jaune	5	10

Tableau 6 : Correspondance entre catégorie de classement, secteurs affectés et couleur de représentation



Figure 6 : Illustration d'une carte des secteurs affectés par le bruit

Précisions importantes :

- Les secteurs affectés par le bruit représentés ne sont pas comparables avec les cartes de niveaux sonores. Elles sont issues d'une autre méthodologie de calcul et n'ont pas les mêmes objectifs. Le classement sonore constitue un dispositif réglementaire préventif. Il se traduit par la classification du réseau routier et ferroviaire en tronçons auxquels sont affectés une catégorie sonore, ainsi que par la délimitation de secteurs dit "affectés par le bruit", dans lesquels les bâtiments sensibles au bruit doivent présenter une isolation acoustique renforcée.
- Le classement sonore est aujourd'hui incomplet. En effet, les axes de voirie communale dépassant le seuil de classement (5000 véhicules par jour) ne sont pas encore recensés. Le travail de réalisation des cartes de bruit stratégiques, et notamment l'étape de diagnostic du réseau communal (voir paragraphe III.2.a) devrait permettre de faciliter le recensement de ces axes.

Ces cartes sont présentées dans l'annexe C.

IV.3. Cartes de dépassement des valeurs limites

Elles montrent par une couleur unique, les zones où les valeurs limites, indiquées dans le tableau ci-dessous, sont dépassées.

Indicateur	Valeurs limites en dB(A)	
	Ln	Lden
Source		
Routes	62	68
Fer	65	73
Avion	55	
ICPE	60	71

Tableau 7 : Niveau sonore des valeurs limites en fonction de la source et de l'indicateur



Figure 7 : Illustration graphique de la zone dépassant la valeur limite

Ces cartes sont présentées dans l'annexe D.

IV.4. Cartes d'évolutions

Ces cartes présentent les évolutions du niveau de bruit connues ou prévisibles au regard de la situation de référence.

L'article 3 de l'arrêté du 4 avril 2006 précise qu' « une évolution connue ou prévisible ... est une modification planifiée des sources de bruit, ainsi que tout projet d'infrastructure susceptible de modifier les niveaux sonores, dès lors que les données nécessaires à l'élaboration d'une carte de bruit sont disponibles ... »

Les données nécessaires à la création de ces cartes sont indisponibles ou trop imprécises.

IV.5. Tableaux statistiques

Les tableaux statistiques sont issus d'un calcul en façade des bâtiments d'habitation, des équipements de santé et d'enseignement. Ces calculs sont conformes aux prescriptions énoncées dans l'arrêté du 4 avril 2006.

Le niveau de bruit référent d'un bâtiment est le niveau de la façade la plus exposée. Toutes les personnes vivant dans ce bâtiment sont affectés à ce même niveau, comme précisé dans l'article 5 de l'arrêté du 4 avril 2006. Les données de population sont issues des ilots INSEE. La population de chaque ilot est répartie à l'intérieur des bâtiments d'habitation de façon proportionnelle avec le volume du bâtiment.

Les tableaux présentent pour chaque source de bruit et chaque indicateur :

- Le nombre de personnes, de bâtiments d'habitations, d'établissement d'enseignement et de santé exposés au bruit pour chaque plage du tableau du paragraphe II.4.a,
- Le nombre de personnes, de bâtiments d'habitations, d'établissement d'enseignement et de santé dépassent les valeurs limites,
- Le nombre total de personnes, de bâtiments d'habitations, d'établissement d'enseignement et de santé recensés. Le nombre de personnes est arrondi à la centaine près.

ROUTES - Lden	POP	%	HAB	SAN	ENS
< 50 dB(A)	11100	6.0%	1239	1	1
50-55 dB(A)	12900	7.0%	1153	1	21
55-60 dB(A)	31500	17.1%	2581	10	32
60-65 dB(A)	43800	23.8%	3635	21	42
65-70 dB(A)	50400	27.3%	2497	27	63
70-75 dB(A)	26800	14.5%	1198	26	31
> 75 dB(A)	7800	4.2%	287	2	4
Total	184300	1	12590	88	194
> 68	54003.3	29.3%	2436	38	60

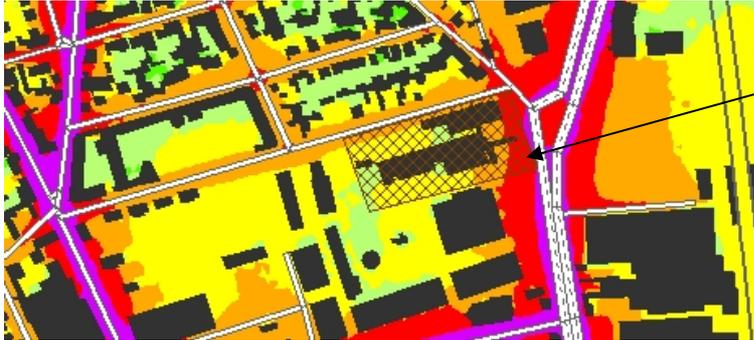
Tableau 8 : Exemple de présentation des résultats statistiques

Par exemple, le tableau ci-contre présente pour la source de bruit ROUTES et l'indicateur Lden, le nombre de personnes en valeur absolue (POP) et en pourcentage de la population totale (%), le nombre de bâtiments d'habitation (HAB), d'établissements de santé (SAN) et d'enseignement (ENS) exposés au bruit et dépassant la valeur limite.

Les tableaux sont présentés dans l'annexe E.

IV.6. Prise en compte des modifications importantes d'urbanisme

Certaines données ne sont pas disponibles dans une version mise à jour. En particulier, la représentation des bâtiments est issue d'une campagne ortho -photographique réalisé en 2003. Depuis, certaines zones sur le territoire ont été complètement modifiées du point de vue de l'urbanisme. Or ces modifications ont un impact sur la modélisation du bruit (des bâtiments peuvent faire office d'écran anti bruit pour d'autres par exemple). Au cours de l'étape de validation des cartes de bruit stratégiques, ces zones sont repérées et indiquées sur la carte par une surface hachurée, comme le montre l'image suivante.



Le quadrillage montre une zone réaménagée. La carte est visible à travers mais elle peut ne pas correspondre exactement à la réalité actuelle.

Figure 8 : Illustration de la représentation d'une zone réaménagée

La mise à jour de la couche de bâtiments, prévue pour l'année 2009, sera l'occasion de réactualiser les cartes.

ANNEXES

A/ Tableau de synthèse des données entrantes

B/ Cartes des niveaux sonores

C/ Cartes des secteurs affectés par le bruit

D/ Cartes des valeurs limites

E/ Tableaux Statistiques

F/ Glossaire des sigles utilisés

ANNEXE A	Origine des données spatiales	Origine des informations de qualification et de quantification	Corrections apportées et hypothèses de travail	Autres commentaires
SOURCES DE BRUIT				
ROUTES	IGN BD TOPO 3D Un tronçon correspond à un segment entre deux intersections	CDES – CG94 – Ville de Paris – RATP Réseau départementales, nationales, TCSP, périphérique : Débit : Trafics PL, VL, TVM issus de compteurs permanents, recensements, horaires RATP. Vitesse : réglementaire ou mesurée Revêtement : repérage terrain Ecoulement : repérage terrain Réseau communal : pas de données quantifiées ⇒ méthode d'estimation*	Géométrie des routes au niveau des ponts : Données IGN imprécises ⇒ modifications manuelles apportées. Trafic sur les bretelles : Ratio de 20% du trafic de la route d'origine. Trafic sur des routes sans compteur : soit extrapolation à partir des compteurs voisins, soit valeur forfaitaire de 5000 véhicules par jour.	La base de données de l'IGN comporte des informations sur la largeur de voie, le nombre de voie, le nom de la rue, le franchissement (tunnel, pont)... La gestion du réseau de compteur a été transférée au Conseil Général en 2006.
FER	IGN BD TOPO 3D RATP Modèle interne fournit	SNCF - RFF Le réseau est découpé en arc de circulation. La base de données contient le nombre de train pour chaque arc et chaque type de train. Le type d'infrastructure (rails – traverse) est donné selon un autre découpage RATP Valeurs fournis avec le modèle créé en interne	Au moment de la création du modèle, les informations sur l'infrastructure était indisponibles. Certains secteurs ont fait l'objet d'un repérage terrain pour combler ce manque.	
AVION	ADP Trajectoires moyennes utilisées pour le calcul des courbes de l'environnement sonore (CES)	ADP - DGAC Fichier « Report » : il contient les coordonnées de l'aéroport, des trajectoires et le nombre de mouvement par trajectoire et type d'avion.		Les calculs sont réalisés par ADP à l'aide d'un logiciel spécialement dédié au bruit des avions, INM. Les résultats des calculs, CES, sont fournis sous la forme d'une table avec pour chaque point de calcul, les niveaux sonores correspondant.
ICPE	ODES Géo-référencement des ICPE-A à partir de l'adresse Services techniques communaux Plans fournies par les services techniques des communes avec le périmètre de limite de propriété de l'entreprise ayant une ICPE-A	Listes des ICPE fournies par la préfecture et le STIIIC contenant le nom, l'adresse, l'activité. Les listes ne sont pas tenues à jour. Pas de données sur le bruit ⇒ méthode d'estimation*		Les listes des ICPE sont mises à disposition des communes pour valider leur existence.

ANNEXE A	Origine des données spatiales	Origine des informations de qualification et de quantification	Corrections apportées et hypothèses de travail	Autres commentaires
OBSTACLES				
TOPOGRAPHIE	IGN BD TOPO 3D MNT (Modèle Numérique de Terrain)	IGN Niveau d'élévation tous les 25 mètres	Précisions apportées le long des voies ferrées à partir d'un modèle précis existant.	
BATIMENTS	IGN BD TOPO 3D	IGN Les informations permettent de distinguer les bâtiments à fonction industrielle, sportive, administrative.		La couche de bâtiment utilisée correspond à une mise à jour de l'année 2003. Les secteurs ayant subi de forte modifications depuis seront repérés sur la carte. Voir chapitre IV.6.
ECRAN	DDE La représentation est très schématique.	DDE La hauteur des écrans et buttes de terres est disponible.	Sur des secteurs localisés, les écrans ont été retravaillés pour être plus conforme à la réalité	
TERRITOIRE				
POPULATION	INSEE La précision correspond au découpage des ilots INSEE	INSEE Le nombre d'habitants est issu du recensement 1999	La population d'un ilot est répartie dans les bâtiments habités de façon proportionnelle avec le volume des bâtiments.	
EMPLOIS	INSEE Base de données SIRENE. Chaque entreprise est repérée par un point.	INSEE La base contient des informations sur le nombre d'emploi par entreprise.		
EQUIPEMENTS	CG94 Les équipements sont représentés par un point sur le bâtiment.	CG94 Les informations permettent de distinguer les équipements de santé et d'enseignement et contiennent des informations sur le nom et l'adresse.	Des corrections sont apportées après consultations des communes qui nous informent par exemple sur la disparition certains établissements.	Les nouveaux équipements correspondant à de nouvelles constructions, ne figurant pas sur notre couche de bâtiment ne sont pas représentés.

** les méthodes d'estimations sont développées dans le chapitre III.2*

ANNEXE B

Cartes des niveaux sonores

(Voir pages suivantes)

ANNEXE C

Cartes des secteurs affectés par le bruit
(Voir pages suivantes)

ANNEXE D

Cartes des valeurs limites

(Voir pages suivantes)

ANNEXE E

Tableaux statistiques

(Voir pages suivantes)

ANNEXE F

ADP	Aéroport de Paris
ANP	Aircraft noise and performance
BD TOPO	Base de données topographique
CADNAA	Computer Aided Noise Abatement
CBS	Cartes de bruit stratégiques
CDES	Cellule départementale d'exploitation et de sécurité
CEAC	Conférence européenne de l'aviation civile
CES	Courbes de l'environnement sonore
CG	Conseil général
CSTB	Centre scientifique du bâtiment
dB	Décibel
DDE	Direction départementale de l'équipement
DRIRE	Directions régionales de l'industrie de la recherche et de l'environnement
EPCI	Etablissement public de coopération intercommunale
ICPE-A	Installation classée pour la protection de l'environnement soumise à autorisation
IGN	Institut national géographique
INM	Integrated noise model
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
MITHRA	Méthode Inverse de Tir dans l'Habitat de Rayons Acoustiques
MNT	Modèle numérique de terrain
MOS	Mode d'occupation des sols
NMPB	Nouvelle méthode de prévision du bruit
ODES	Observatoire départemental de l'environnement sonore
PL	Poid-lourd
PLU	Plan local d'urbanisme
PPBE	Plan de prévention du bruit dans l'environnement
RATP	Régie autonome des transports parisiens
RFF	Réseau ferré de France
SIG	Système d'information géographique
SIRENE	Système informatique pour le répertoire des entreprises et des établissements
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
STIIC	Service technique interdépartemental d'inspection des installations classées
TCSP	Transport en commun en site propre
TMJA	Taux moyen journalier annuel
TVM	Trans-Val-de-Marne
VL	Véhicule léger