



Elaboration d'une
carte de bruit stratégique
en agglomération Annemasse-Genève


Résumé non technique

26 avril 2017

Préparé pour :



Par :
Gaëtan POTTIER
Bertrand MASSON

Identification				
Références fichier :		Références client, n° de Cde :		
23DE01 – EN 5818		Groupement de commandes 2016-023		
Diffusion				
Noms			Société ou organisme	
Jean-François DONQUE et Antoine LOW DAOUDAL			 Annemasse Agglo Annemasse - Les Voirons Agglomération	
Évolution				
Date	Version	Modifications	Rédaction	Vérification
26/04/2017	01	Edition initiale	Gaëtan POTTIER	Bertrand MASSON

Sommaire

A	CONTEXTE ET OBJET	4
B	METHODOLOGIE GENERALE VIS-A-VIS DE LA CARTOGRAPHIE	5
B.1	Etendue géographique	5
B.2	Modélisation acoustique et validations	6
B.3	Représentations cartographiques	7
B.4	Exposition au bruit de la population et des établissements sensibles	9
B.5	Limites de la cartographie et des dénombrements	9
	<i>B.5.1 Cartes</i>	<i>9</i>
	<i>B.5.2 Terrain</i>	<i>10</i>
	<i>B.5.3 Populations</i>	<i>10</i>
C	EXEMPLE DE CARTES DE BRUIT	11
C.1	Exemples de cartes de type A, indice L_{den}	11
C.2	Exemples des carte de type A, indice L_n	12
C.3	Exemples de cartes de type C, indice L_{den}	13
C.4	Exemples de cartes de type C, indice L_n	14
D	EXPOSITION DE LA POPULATION ET DES ETABLISSEMENTS SENSIBLES	15
D.1	Bruit routier	15
	<i>D.1.1 Exposition de la population</i>	<i>15</i>
	<i>D.1.2 Exposition des établissements sensibles</i>	<i>15</i>
D.2	Bruit des ICPE-A	16
	<i>D.2.1 Exposition de la population</i>	<i>16</i>
	<i>D.2.2 Exposition des établissements sensibles</i>	<i>16</i>
D.3	Bruit des voies ferrées	17
	<i>D.3.1 Exposition de la population</i>	<i>17</i>
	<i>D.3.2 Exposition des établissements sensibles</i>	<i>17</i>
D.4	Bruit des avions	18
	<i>D.4.1 Exposition de la population</i>	<i>18</i>
	<i>D.4.2 Exposition des établissements sensibles</i>	<i>18</i>
D.5	Bruit cumulé	19
	<i>D.5.1 Exposition de la population</i>	<i>19</i>
	<i>D.5.2 Exposition des établissements sensibles</i>	<i>19</i>
E	ANNEXE : GENERALITES EN ACOUSTIQUE DE L'ENVIRONNEMENT	20

A CONTEXTE ET OBJET

La directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement, transposée en droit français par la loi n°2005-1319 du 26 octobre 2005, a pour objet de définir une approche commune à tous les Etats membres afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de l'exposition au bruit dans l'environnement. Cet objectif se décline en trois actions :

- l'évaluation de l'exposition au bruit des populations et des équipements sensibles (établissements de santé et d'enseignement),
- une information des populations sur ce niveau d'exposition et les effets du bruit
- la mise en œuvre de politiques visant à réduire le niveau d'exposition (dans les zones de dépassement de seuils notamment) et à préserver des zones calmes.

Afin d'atteindre ces objectifs, la directive a instauré l'obligation pour les Etats membres d'élaborer pour les grandes infrastructures de transports terrestres (notamment les routes de plus de 3 millions de véhicules par an) et pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, des Cartographies de Bruit Stratégiques (CBS) et des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) associés.

L'agglomération d'Annemasse - Genève est concernée par l'application de la Directive Européenne, elle dénombre 8 autorités compétentes pour l'établissement des CBS et des PPBE : 9 communes d'Annemasse Agglo, 6 communes de la communauté de communes du Pays de Gex et les communes d'Arthaz-Pont-Notre-Dame, Contamine sur Arve, Fillinges, Marcellaz, Monnetier-Mornex et Saint Julien en Genevois.

En toute cohérence les EPCI de la CA d'Annemasse Agglo et de la CC du Pays de Gex, ont souhaité saisir cette opportunité pour étendre leurs cartographies de bruit : aux 12 communes d'Annemasse Agglo et à 17 des 27 communes du Pays de Gex.

Compte tenu du contexte territorial transfrontalier, de la complexité géographique et administrative des situations, une étude préalable menée par le Grand-Genève avait permis d'anticiper la prestation et notamment de définir le mode de gouvernance, les données disponibles et la méthodologie pour mener à bien ces différentes missions liées à la Directive.

Les modalités d'établissement des documents sont notamment précisées dans les articles L. 572-1 à L. 572-11 et R. 572-1 à R. 572-11 du code de l'environnement et l'arrêté d'application du 4 avril 2006.

Le terme « carte du bruit » est un terme générique qui englobe des documents graphiques, des tableaux de données, un résumé sous forme de texte.

Les sources sonores prises en considération sont les infrastructures routières, ferroviaires, aériennes, et les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à Autorisation (ICPE-A).

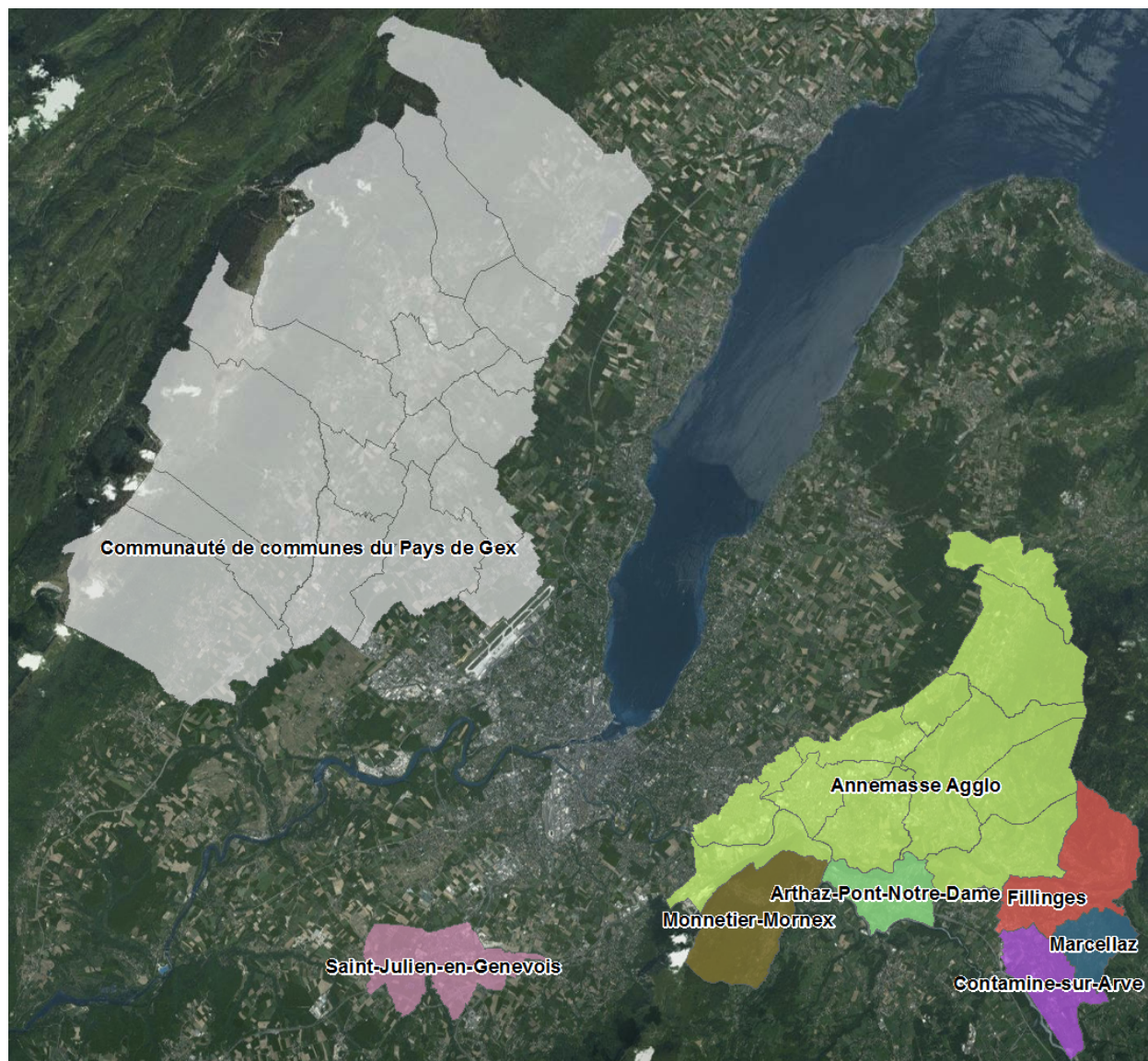
A la cartographie sont également associés les dénombrements de populations exposées au bruit ainsi que des établissements dits sensibles (établissements de santé et établissements d'enseignement).

Le présent document présente de façon résumé les résultats des investigations réalisées pour la cartographie de bruit stratégique.

B METHODOLOGIE GENERALE VIS-A-VIS DE LA CARTOGRAPHIE

B.1 Etendue géographique

L'étude porte sur les 35 communes localisées sur la vue ci-dessous :



Les 35 communes visées par l'étude

La CC du Pays de Gex se trouve dans le département de l'Ain, le reste des communes est en Haute-Savoie.

B.2 Modélisation acoustique et validations

Le travail est basé sur la modélisation en 3D de l'ensemble du territoire et de son environnement immédiat grâce à la base de données (base de données acoustiques géoréférencée) établie pour la réalisation de l'étude.

Cette base comprend d'une part des objets géométriques, les courbes de niveaux, les bâtiments, les axes de transport terrestres, etc. ; d'autre part, les paramètres acoustiques, notamment les volumes de trafics et vitesses, les paramètres de réflexions sonores des surfaces et du terrain, les conditions météo de propagation, etc.

Les sources sonores prises en compte dans l'étude sont réparties en quatre familles : les infrastructures routières, les infrastructures ferroviaires, les infrastructures aéroportuaires et les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à Autorisation (ICPE-A) ayant une activité industrielle.

L'année de référence de cette cartographie pour les hypothèses de trafics routiers et ferroviaires est de 2015.

Les données collectées sont synthétisées sous un Système d'Information Géographique (SIG) dans une base de données « acoustique » en vue de la modélisation du territoire d'étude.

Pour cela, la base de données a été mise en forme de manière homogène afin d'établir :

- des couches distinctes par famille d'objets (bâti, routes, voies ferrées, etc.) ;
- sous un système de projection unique : le Lambert 93 ;
- dans un format exploitable pour les autorités compétentes : format Shapefile ;
- possédant tous les attributs acoustiques utiles à la modélisation.

Les différentes étapes de traitements réalisés, ainsi que les données finales utilisées dans le cadre de la cartographie ont été validées par les communes concernées.

Celles-ci ont été consultées entre juin 2016 et fin décembre 2016 sur le contenu des informations relatives aux trafics routiers, établissements sensibles présents sur leur territoire, présence d'écrans ou autres particularités.

La modélisation acoustique se fait ensuite automatiquement par un transfert de ces données vers le logiciel Predictor, capable d'interpréter les objets créés dans cette base.

Une campagne de mesures acoustique a servi à vérifier la cohérence des sources modélisées et des niveaux sonores calculés ; cette campagne s'est déroulée en novembre et décembre 2016.

Les résultats des mesures y sont exprimés selon les indicateurs standards de bruit en L_{Aeq} .

B.3 Représentations cartographiques

Les cartes de bruit produites sont éditées selon deux indices acoustiques de 'niveau' ('level' en anglais, symbolisé 'L') :

- l'indice acoustique nocturne L_n ou L_{night} ('n' pour 'night' : la 'nuit' en anglais), indice du niveau sonore moyen annuel entre 22h et 6h.
- l'indice de la journée de 24h : L_{den} ('d' pour 'day' : le 'jour', 'e' pour 'evening' : le 'soir', 'n' pour 'night' : la 'nuit').

Le L_{den} est un indicateur de gêne correspondant au niveau de bruit moyen annuel perçu sur une journée de 24 heures, en incluant des pondérations (pénalisations) pour les périodes de soirée ('evening' : 18h-22h en France) avec +5 dB, et de nuit ('night' : 22h-6h en France) avec +10 dB ; il n'y a pas de pondération sur la période de jour ('day' : 6h-18h en France).

L'unité utilisée pour ces indices est le décibel pondéré A, unité logarithmique symbolisée par dB(A).

Les représentations des niveaux sonores rendent compte de situations moyennes des émissions du bruit : moyennes annuelles de trafics, conditions météorologiques moyennes, etc.

Les cartes de bruit établies pour la CBS sont généralement de 4 types (les cartes b et d ne sont pas réalisées dans le cadre de cette étude) :

- Cartes d'exposition (ou cartes de "type a"), représentant les zones exposées à plus de 55 dB(A) en L_{den} ainsi que les zones exposées à plus de 50 dB(A) en L_n , sous forme de courbes isophones (courbes de même niveau sonore) par pas de 5 en 5 dB(A).
- Cartes des secteurs affectés par le bruit (ou cartes de "type b") représentant les "secteurs affectés par le bruit" définis dans les arrêtés préfectoraux de classement sonore, établies distinctement pour les routes et les voies ferrées.
- Cartes de dépassement des valeurs limites (ou cartes de "type c") : ce sont les cartes de dépassement potentiel de seuil de bruit. Elles représentent les zones où les valeurs limites en L_{den} et en L_n sont dépassées ; ces valeurs, dépendantes de la famille de source sonore considérée, sont les suivantes (en dB(A)) :

Indicateurs de bruit	Aérodromes	Route et/ou ligne à grande vitesse	Voie ferrée conventionnelle	Activité industrielle
L_{den}	55	68	73	71
L_n	/	62	65	60

Valeurs limites en dB(A) fixées à l'article 7 de l'Arrêté du 4 avril 2006

- Cartes d'évolution (ou cartes de "type d") : Cartes à réaliser en application de l'article 3-II-1°-d du décret du 24 mars 2006. Il s'agit de deux cartes représentant l'évolution du niveau sonore au regard de la situation décrite par les cartes de "type a" pour les indicateurs L_{den} et L_n , lorsque les informations acoustiques relatives à ces évolutions sont disponibles.

Les cartes sont produites indépendamment pour chaque autorité compétente et à l'échelle 1/10 000 (en lecture taille réelle de 100% et sans modification) à l'origine pour chaque indicateur L_{den} et L_n .

Précisons que les cartes de type b ont été élaborées par l'Etat (DDT), disponibles sur les liens suivants :

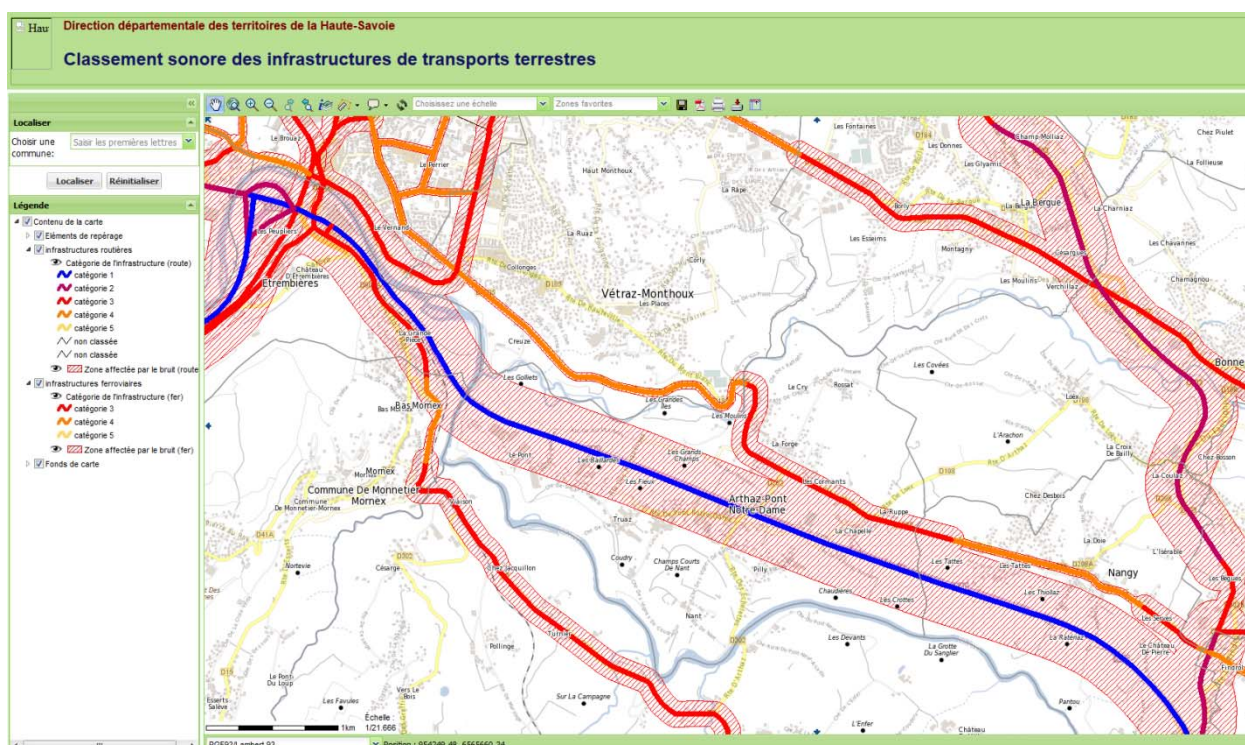
- Haute-Savoie :

http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr/612/JPV_classement_sonore1.map

- Ain :

http://cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr/cartelie/voir.do?carte=MapBruit_ZAB_DDE_001&service=DDT_01

L'illustration ci-dessous donne un exemple extrait sur la commune d'Arthaz-Pont-Notre-Dame :



Vue du classement et des secteurs affectés par le bruit des infrastructures routières sur la commune d'Arthaz-Pont-Notre-Dame (source : DDT de Haute-Savoie)

Précisons qu'il n'y a pas de carte de type d produite dans le cadre de cette mise à jour de la CBS.

Les calculs acoustiques sont réalisés selon des méthodes normalisées adaptées à chaque famille de source sonore.

Deux séries de calculs sont réalisées, toujours à une hauteur constante de 4m par rapport au sol ; l'une par maillage de points récepteurs de calculs permettant d'établir les tracés de courbes isophones, l'autre, à l'aide de points récepteurs répartis en façades du bâti (à 2m de distance) afin d'estimer ensuite l'exposition au bruit des populations et des établissements sensibles (établissements d'enseignement ou de soins).

B.4 Exposition au bruit de la population et des établissements sensibles

Chaque habitation est entourée par des points récepteurs permettant de calculer les niveaux au droit des différentes façades des bâtiments, à 2 mètres de la façade et à 4 mètres de hauteur.

A la population affectée au bâtiment est ensuite attribué le niveau sonore maximum qui l'entoure. Les quantités de populations dénombrées sont ainsi pessimistes vis-à-vis des niveaux d'exposition au bruit.

B.5 Limites de la cartographie et des dénombrements

La cartographie de bruit stratégique représente un diagnostic macroscopique de l'environnement sonore d'un territoire, et ce, de manière non exhaustive. Elle présente ainsi des défauts et des incertitudes, dus notamment à la nature et à la précision des bases de données utilisées en entrée pour la modélisation.

Les mises à jour de la cartographie du bruit sont programmées tous les 5 ans (ou avant si le besoin s'en faisait sentir) et permettront au fur et à mesure d'améliorer ou de compléter certaines de ces données d'entrée.

B.5.1 Cartes

Les cartes du bruit constituent des documents techniques dont l'interprétation peut se révéler hasardeuse pour un public non averti.

Afin d'éviter d'éventuelles erreurs d'interprétation, l'accès aux documents devra de préférence être subordonné à la lecture d'une note pédagogique expliquant notamment les modalités d'exploitation des résultats.

Dans ce cadre, l'attention de l'utilisateur sera notamment attirée sur le fait que :

- Les bruits de voisinage ne sont pas pris en compte.
- Les sources sonores modélisées sont limitées aux axes routiers et ferroviaires et à certaines sources industrielles.
- Les simulations ont été effectuées avec des conditions moyennes des volumes de trafics sur l'année.
- Les conditions météorologiques intégrées au modèle numérique sont basées sur des moyennes annuelles observées sur le territoire sur plusieurs décennies.
- Les cartes sont établies à une hauteur constante de 4m par rapport au niveau du sol.
- L'indice L_{den} est un indicateur de gêne mais n'est pas un indice directement mesurables ; il résulte d'un calcul pondérant les niveaux sonores en fonction des périodes jour / soir / nuit.
- Les indices acoustiques représentés résultent de niveaux sonores « équivalents », représentant donc des moyennes énergétiques du bruit (les effets d'émergence de certaines sources n'apparaissent pas sur la cartographie).

- Les seuils de représentation des indices démarrent à 55 dB(A) pour le L_{den} et à 50 dB(A) pour le L_n (pas de représentation des niveaux sonores les plus faibles).
- Les résultats sont indicatifs, représentatifs d'ambiances sonores sur les secteurs cartographiés : il ne s'agit pas d'examiner spécifiquement les niveaux sonores en façade de tel ou tel bâtiment ; la frontière entre isophones est indicative.
- L'unité représentée en dB(A) n'est pas une échelle linéaire mais logarithmique (voir Annexe 1 relative aux généralités de l'environnement).

B.5.2 Terrain

Des imperfections très localisées apparaissent parfois dans les données de terrain ; elles ont été corrigées lorsque détectables facilement (altitudes ou hauteurs fantaisistes par exemple).

B.5.3 Populations

La base de données BD-topo de l'IGN en 3D est choisie comme référence pour les bâtiments, car renseignée sur les hauteurs de bâtiments.

Les bâtiments habités sont considérés inclus dans la couche « bati indifférencié » de laquelle sont extraits les bâtiments particuliers (dépendances, industrie, monuments, etc.)

Les quantités de populations présentées dans le rapport sont indicatives, elles doivent d'ailleurs être arrondies à la centaine près dans les rendus réglementaires à la Commission Européenne.

La population est répartie sur le bâti considéré comme habitation, sachant qu'il ne s'agit pas toujours effectivement d'habitations à 100%, tous les étages d'un bâtiment n'étant pas forcément concernés en réalité, certains bâtiments ont pu être omis, etc.

Rappelons également que les données de population étaient issues, pour le département de la Haute-Savoie, d'une base de données fournie par le CEREMA, et construite sur la base de données du recensement Insee de 2011 et pour le département de l'Ain, d'une base de données construite sur la base de populations à la parcelle de 2015.

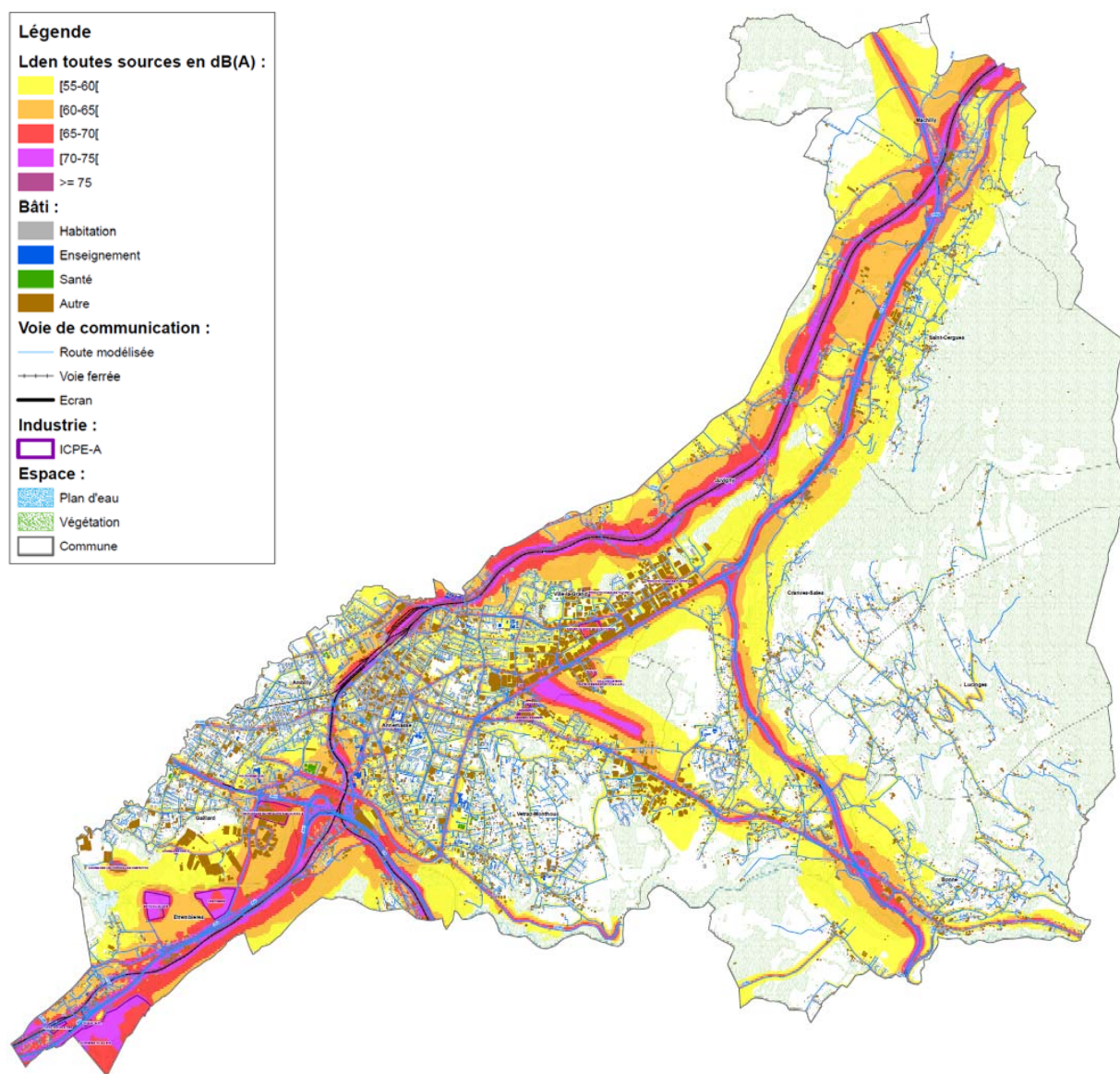
C EXEMPLE DE CARTES DE BRUIT

Des cartes ont été produites pour chaque famille de source de bruit présente sur le territoire étudié, cartes de types A et C pour chaque indicateur L_{den} et L_n .

Elles sont produites indépendamment pour chaque autorité compétente et à l'échelle 1/10000 à l'origine.

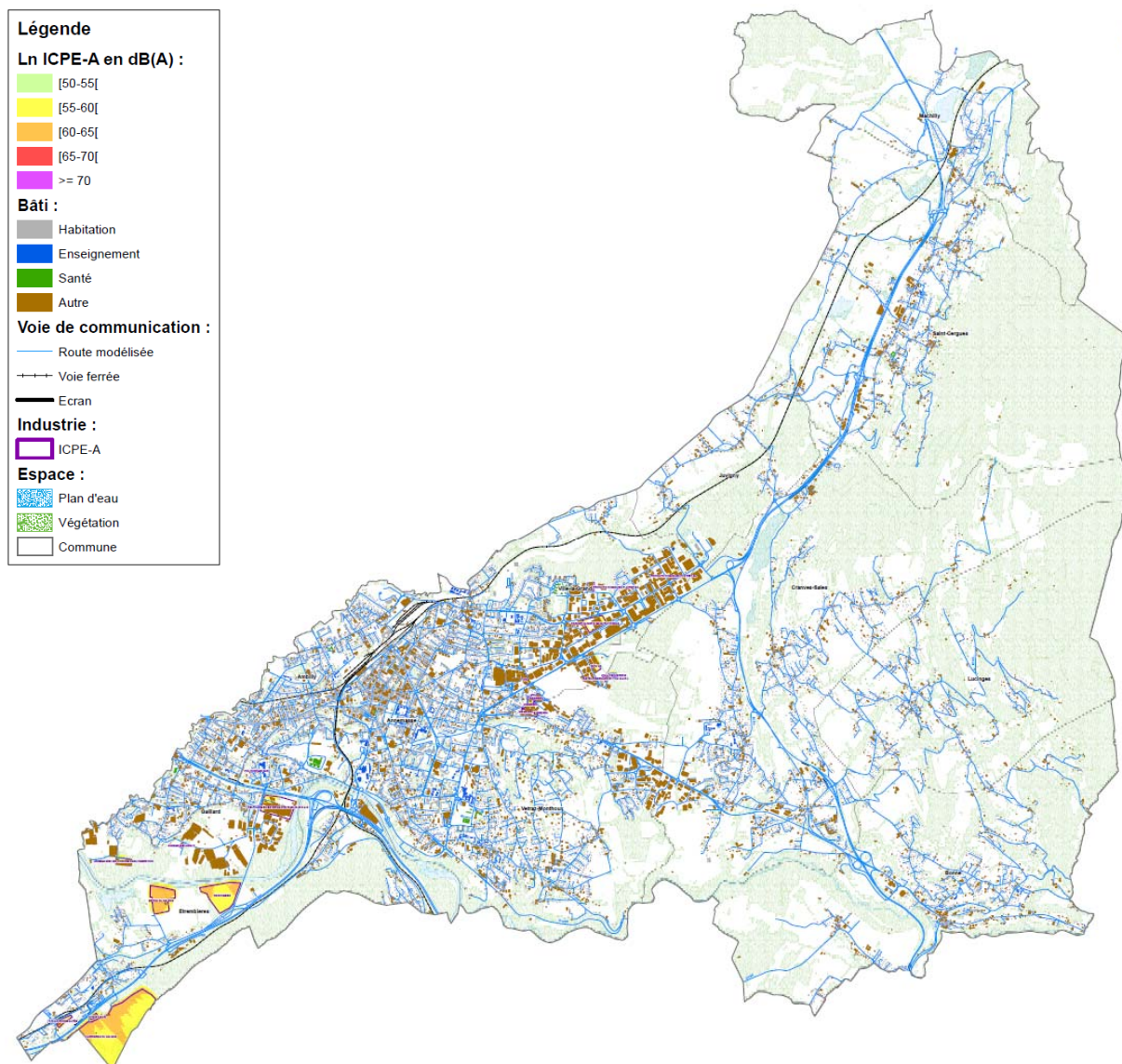
Des exemples de ces cartes sont donnés ci-après sous forme réduite.

C.1 Exemples de cartes de type A, indice L_{den}



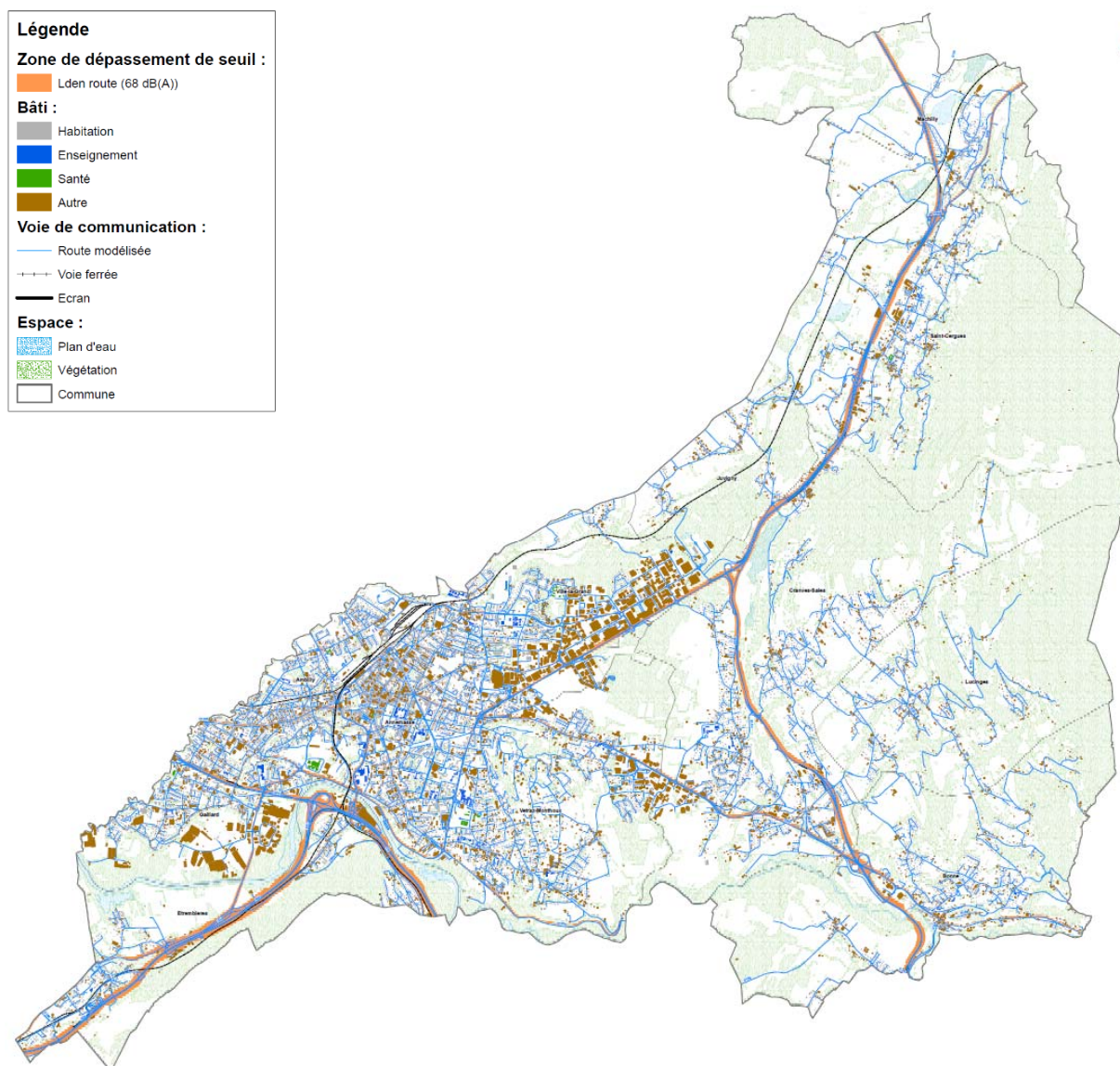
Exemple de carte de l'ensemble des sources de bruit pour l'indicateur global L_{den}

C.2 Exemples des carte de type A, indice L_n



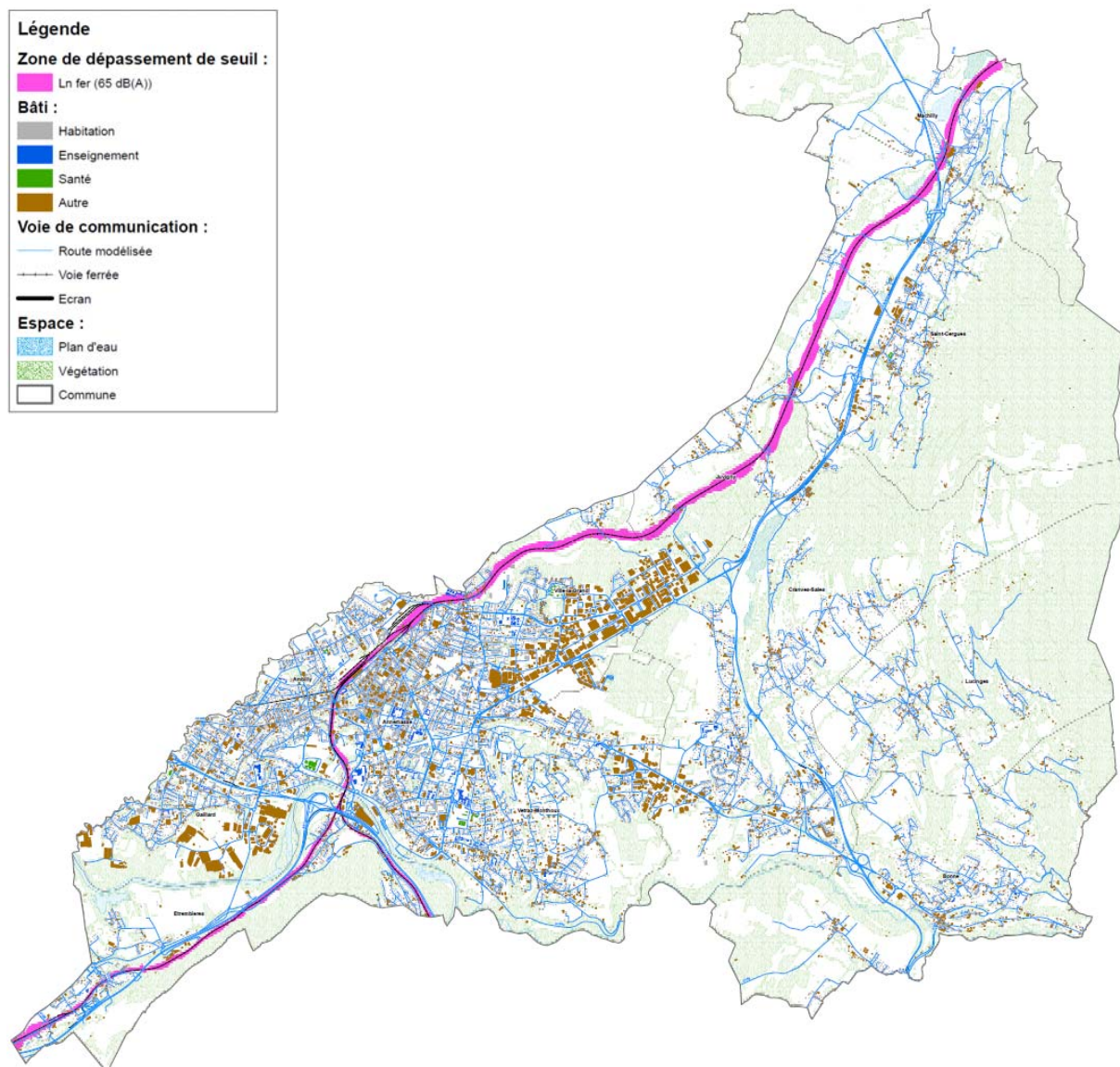
Exemple de carte du bruit industriel pour l'indicateur nocturne L_n

C.3 Exemples de cartes de type C, indice L_{den}



Exemple de carte des zones de dépassement de seuil du bruit routier pour l'indicateur global L_{den}

C.4 Exemples de cartes de type C, indice L_n



Exemple de carte des zones de dépassement de seuil du bruit ferroviaire pour l'indicateur global L_n

D EXPOSITION DE LA POPULATION ET DES ETABLISSEMENTS SENSIBLES

Le décompte de la population et des établissements sensibles (d'enseignement ou de soins) exposés a été réalisé pour chaque famille de source de bruit et par indicateur sur Annemasse Agglo.

D.1 Bruit routier

D.1.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil		
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Ln
Total			50-55	17 995	≥ 68	1 888	≥ 62
	55-60	25 731	55-60	11 831			
	60-65	17 103	60-65	1 272			
	65-70	9 380	65-70	38			
	70-75	298	≥ 70	6			
	≥ 75	8					

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit routier (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

D.1.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden		Ln			
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	18	3
	55-60	16	8	55-60	4	1
	60-65	14	3	60-65	3	0
	65-70	4	0	65-70	0	0
	70-75	3	0	≥ 70	0	0
	≥ 75	0	0			

	Dépassement de seuil					
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total	≥ 68	3	0	≥ 62	2	0

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit routier (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

D.2 Bruit des ICPE-A

D.2.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil			
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Ln	Nombre d'habitants
Total			50-55	116	≥ 71	0	≥ 60	0
	55-60	612	55-60	4				
	60-65	127	60-65	0				
	65-70	4	65-70	0				
	70-75	0	≥ 70	0				
	≥ 75	0						

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit des ICPE-A (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

D.2.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	0	0
	55-60	0	0	55-60	0	0
	60-65	0	0	60-65	0	0
	65-70	0	0	65-70	0	0
	70-75	0	0	≥ 70	0	0
	≥ 75	0	0			

	Dépassement de seuil					
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total	≥ 71	0	0	≥ 60	0	0

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit des ICPE-A (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

D.3 Bruit des voies ferrées

D.3.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil			
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Ln	Nombre d'habitants
Total			50-55	5 356	≥ 73	681	≥ 65	812
	55-60	5 896	55-60	1 986				
	60-65	2 661	60-65	1 450				
	65-70	1 507	65-70	557				
	70-75	777	≥ 70	255				
	≥ 75	289						

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit ferroviaire (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

D.3.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	5	1
	55-60	4	1	55-60	2	0
	60-65	3	0	60-65	1	0
	65-70	0	0	65-70	1	1
	70-75	2	0	≥ 70	1	0
	≥ 75	1	1			

	Dépassement de seuil					
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total	≥ 73	1	1	≥ 65	2	1

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit ferroviaire (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

D.4 Bruit des avions

D.4.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil	
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants
Total			50-55	0	≥ 55	747
	55-60	640	55-60	0		
	60-65	104	60-65	0		
	65-70	3	65-70	0		
	70-75	0	≥ 70	0		
	≥ 75	0				

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit des avions (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

D.4.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	0	0
	55-60	0	0	55-60	0	0
	60-65	0	0	60-65	0	0
	65-70	0	0	65-70	0	0
	70-75	0	0	≥ 70	0	0
	≥ 75	0	0			

	Dépassement de seuil		
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total	≥ 55	0	0

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit des avions (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

D.5 Bruit cumulé

Le bruit cumulé des sources de bruits routiers, ferroviaires, des avions et de ICPE-A ne fait pas partie des exigences de la Directive européenne.

Il est néanmoins calculé et présenté ici en vue de l'élaboration du PPBE.

D.5.1 Exposition de la population

	Lden		Ln	
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants
Total			50-55	22 304
	55-60	28 377	55-60	13 858
	60-65	19 771	60-65	2 880
	65-70	10 852	65-70	638
	70-75	1 261	≥ 70	268
	≥ 75	335		

Répartition globale de la population exposée au bruit cumulé (L_{den} et L_n)

D.5.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	20	3
	55-60	13	7	55-60	3	1
	60-65	18	3	60-65	3	0
	65-70	2	0	65-70	2	1
	70-75	5	0	≥ 70	1	0
	≥ 75	1	1			

Répartition globale des établissements sensibles exposés au bruit cumulé (L_{den} et L_n)

E ANNEXE : GENERALITES EN ACOUSTIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

La pression acoustique

Le bruit est dû à une variation rapide de la pression régnant dans l'atmosphère. La pression acoustique est la différence entre la pression instantanée et la pression atmosphérique (notre oreille n'est pas sensible aux variations de la pression atmosphérique, qui se produisent trop lentement).

La pression acoustique s'exprime en Pa (Pascal) et on la note « p ».

Le décibel : dB

La sensation auditive de bruit est liée physiologiquement au logarithme de la pression acoustique « p ». De manière à caractériser le niveau sonore d'un bruit, on utilise une unité basée sur le logarithme : le décibel, noté dB.

Le niveau de pression acoustique L_p se déduit donc de la relation suivante :

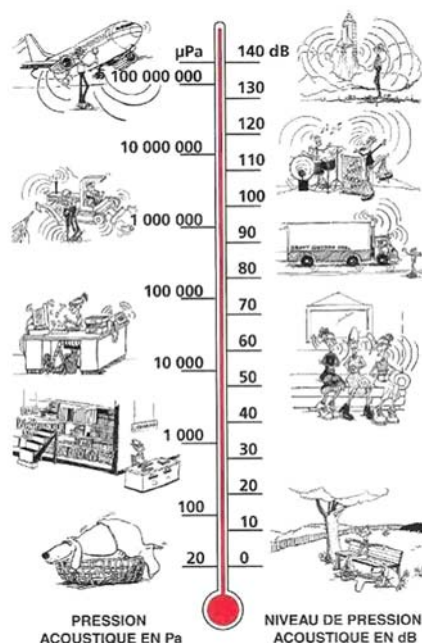
$$L_p = 10 \times \text{Log} \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right)$$

avec

p : La pression acoustique

p_0 : La pression acoustique audible minimale, soit 20 μPa

Dans la réalité, l'échelle de niveaux sonores auxquels nous pouvons être exposés varie de 10 à 140 dB.
Voici quelques exemples illustrés ci-contre :

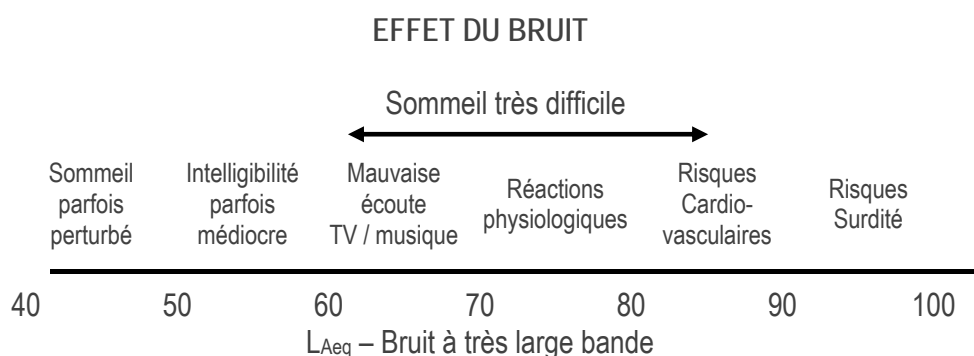


La pondération A : le dB(A)

L'oreille humaine joue le rôle d'un filtre en fonction des fréquences du bruit : elle atténue certaines fréquences (inférieures à 1 000 Hz et supérieures à 4 000 Hz) et en amplifie d'autres (celles comprises entre 1 000 Hz et 4 000 Hz).

De manière à restituer la « courbe de réponse » de l'oreille, on utilise une courbe de pondération, dite « courbe de pondération A ». On pourra ainsi définir un niveau sonore en dB(A) qui sera représentatif de la sensation auditive humaine.

Le dB(A) est l'unité la plus fréquemment utilisée en ce qui concerne la caractérisation des bruits dans l'environnement. L'échelle de niveaux ci-dessous illustre quelques effets du bruit sur l'homme :



L'addition de niveaux sonores

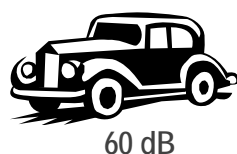
Les lois physiques et physiologiques liées au bruit imposent une arithmétique particulière. En effet, l'addition de 2 niveaux sonores ne se fait pas du tout de la même manière que l'addition de deux nombres classiques : 60 dB + 60 dB ne font pas 120 dB !

Pour simplifier, nous ne rappellerons ici que les règles de base qui illustrent l'addition des niveaux sonores :

Doublement de la puissance :

$$60 \text{ dB} \oplus 60 \text{ dB} = 63 \text{ dB}$$

Quand on additionne deux sources de même niveau, le résultat global augmente de 3 dB. Par exemple, le doublement du trafic routier correspond à une augmentation du niveau sonore de 3 dB (toutes choses restant égales par ailleurs : % PL, vitesses, fluidité...)



Effet de masque :

$$60 \text{ dB} \oplus 70 \text{ dB} = 70 \text{ dB}$$

Si deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores, et si le premier est au moins supérieur de 10 dB par rapport au second, le niveau sonore résultat est au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort.

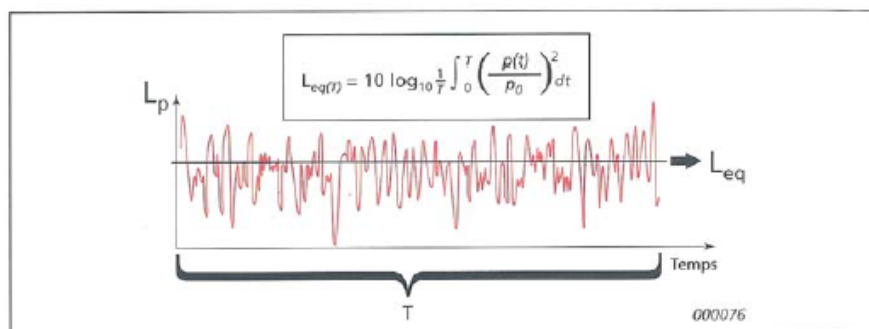


Le L_{eq}

La plupart du temps, les bruits auxquels nous sommes soumis ne sont pas stables, leur niveau varie rapidement avec le temps : ce sont des bruits fluctuants (le bruit routier est un exemple).

Il n'est alors plus possible de caractériser un tel bruit par son niveau sonore instantané. On utilise donc dans ce cas un indicateur appelé « niveau sonore (énergétique) continu équivalent » et noté $L_{eq,T}$ ou $L_{Aeq,T}$ (pour les bruits exprimés en dB(A)), T étant la période de temps sur laquelle on détermine cet indice.

Sur une période déterminée T, le L_{eq} est le niveau de bruit constant (stable dans le temps) qui aurait la même énergie que le bruit fluctuant considéré. Ce niveau continu équivalent constitue en quelque sorte une moyenne énergétique des niveaux de bruit.



Les indicateurs statistiques

Dans certaines situations sonores, le L_{Aeq} n'est pas suffisant pour l'appréciation des effets du bruit. On effectue également des analyses statistiques de L_{Aeq} courts qui permettent de déterminer les niveaux fractiles $L_{N\%}$: niveaux atteints ou dépassés pendant N% de la durée d'observation.

Ces situations se caractérisent par la présence de bruits intermittents, porteurs de beaucoup d'énergie mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter, à l'oreille, d'effet de masque du bruit de l'installation. Une telle situation se rencontre notamment lorsqu'il existe un bruit de circulation discontinu (survol d'avion, passage de trains, de véhicules...).

Ainsi :

- Le niveau L_{10} , atteint ou dépassé pendant 10 % du temps, représente le bruit de crête
- Le niveau L_{50} , médiane statistique, représente un bruit moyen
- Le niveau L_{90} , représente un bruit de fond

Définition du niveau jour-soir-nuit : L_{den}

Le niveau jour-soir-nuit L_{den} en décibels (dB) est défini par la formule suivante :

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{24} \right) \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \right\}$$

où :

- L_{day} est le niveau sonore moyen à long terme pondéré A déterminé sur l'ensemble des périodes de jour d'une année, soit entre 6h et 18h pour la France,
- $L_{evening}$ est le niveau sonore moyen à long terme pondéré A déterminé sur l'ensemble des périodes de soirée d'une année, soit entre 18h et 22h pour la France,
- L_{night} est le niveau sonore moyen à long terme pondéré A déterminé sur l'ensemble des périodes de nuit d'une année, soit entre 22h et 6h pour la France.

Sachant que c'est le son incident qui est pris en considération, ce qui signifie qu'il n'est pas tenu compte du son réfléchi sur la façade du bâtiment concerné (en règle générale, cela implique une correction de 3 dB lorsqu'on procède à une mesure).

La hauteur du point d'évaluation de L_{den} se situe à 4m au-dessus du sol dans le cadre d'un calcul effectué aux fins d'une cartographie de bruit stratégique concernant l'exposition au bruit à l'intérieur et à proximité des bâtiments.



Siège social :
80, Domaine de Montvoisin
91 400 Gometz-la-Ville
tél. : +33 1 69 35 15 25
fax : +33 1 69 35 15 26

Agence Paris :
33, rue Godot de Mauroy
75 009 Paris
tél. : +33 1 53 30 04 80
fax : +33 1 53 30 04 79

Agence Sud :
6, rue de l'Ourmède
31 621 Eurocentre Cedex
tél. / fax : +33 5 62 40 14 10

Agence Belgique :
29, rue des Pierres
1 000 Bruxelles
tél. : +32 484 243 242

contact-ingenierie@impedance.fr
www.impedance.fr