

ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE COMMUNES D'ORMESSON ETAT INITIAL - ZAC DES CÔTEAUX

Campagne de mesures de bruit – Simulation de la situation initiale Simulation de la situation à terme - Préconisations

Raison sociale du demandeur :

EPAMARNE


5, bd Pierre Carle - CS 60084

Noisiel 77448 Marne-la-Vallée Cedex 2

Responsable du projet :

Benjamin Poirier

Ingénieur acousticien

REVISION	2
DATES MESURES	17-23 Février 2022
DATE RAPPORT	10 Juin 2022
ETABLIE PAR	Benjamin Poirier
N° AFFAIRE	20222701B
N° COMMANDE	02200240 du 15/02/2022
SIGNATURE	

La présente étude comporte 49 pages et 4 annexes.

Annexe 1: Matériel de mesure
Annexe 2: Conditions météo relevées lors des mesures
Annexe 3: Logiciel MITHRA
Annexe 4: Etude de trafic CDVIA

SOMMAIRE

1 - PRESENTATION DE L'ETUDE	4
2 RAPPELS D'ACOUSTIQUE ET CADRE REGLEMENTAIRE	6
2.1 - Le Bruit – Définition	6
2.2 - Plage de sensibilité de l'oreille	6
2.3 - Arithmétique particulière	7
2.4 - Echelle des niveaux de bruit	7
2.5 - Les effets sur la santé	7
2.5.1. Les effets spécifiques	8
2.5.2. Les effets non spécifiques	8
2.5.3. Les effets d'interférence	9
2.6 - Création d'une infrastructure terrestre nouvelle	9
2.6.1. Textes réglementaires	9
2.6.2. Indices réglementaires	9
2.6.3. Critère d'ambiance sonore	10
2.6.4. Objectifs acoustiques	10
2.6.5. Protections acoustiques types au bruit d'infrastructure terrestre	10
2.7 - Création de nouveaux bâtiments aux abords d'infrastructures terrestres	12
2.7.1. Textes réglementaires	12
2.7.2. Objectifs acoustiques	13
2.8 – Réglementation des bruits de chantier	13
3 - CAMPAGNE DE MESURE	15
3.1 - Méthodologie de la campagne de mesure	15
3.2 - Localisation des points de mesure	15
3.3 - Présentation des résultats de mesure	16
3.4 Synthèse des résultats	23
4 - SIMULATION DE LA SITUATION INITIALE	24
4.1 – Méthodologie	24
4.2 – Hypothèses de trafic	24
4.2.1. Trafic routier	24
4.2.2. Trafic ferroviaire	25
4.3 - Modélisation du site	25
4.4 – Hypothèses de calcul	25
4.5 - Validation du modèle de calcul	26
4.6 - Présentation des résultats de l'état initial	27
4.7 - Analyse des résultats de l'état initial	27
5 - GESTION ACOUSTIQUE DU BRUIT DE CHANTIER	31
6 - SIMULATION DE LA SITUATION A TERME	32

6.1 – Méthodologie	32
6.2 - Hypothèses de trafic	32
6.2.1. Trafic ferroviaire	32
6.2.2. Trafic routier	32
6.3 - Modélisation du site	32
6.4 - Impact des nouvelles infrastructures	33
6.4.1. Présentation des résultats	33
6.4.2. Préconisations	37
6.4.3. Analyse des résultats pour les nouveaux bâtiments	37
6.4.5. Changement d'enrobé	41
6.4.6. Aménagements routiers	43
6.4.7. Actions sur la gestion des trafics	43
6.4.8. Améliorations technologiques sur les véhicules	44
6.4.9. Traitement du bruit ferroviaire	45
6.4.10 Objectif d'isolement de façade	47
6.4.10.1 Objectif d'isolement à 35 / 37 dB	47
6.4.10.2 Objectif d'isolement à 32 / 33 dB	47
6.4.10.3 Objectif d'isolement à 30 dB	48
7 - CONCLUSIONS	49
ANNEXES	

1 - PRESENTATION DE L'ETUDE

La création de la nouvelle ZAC des coteaux sur la commune d'Ormesson prévoit l'aménagement d'un corridor écologique qui traverse le projet de l'ouest au nord, par la création de nouvelles voies de circulation. L'opération accueillera de nombreux logements, services et commerces. Ces constructions vont induire une transformation des infrastructures de transport et de l'ambiance sonore au niveau des zones de bâti existantes.

Dans ce cadre, la Société EPA MARNE a missionné MAPSON afin de déterminer l'impact acoustique de la transformation de la zone.

Les modélisations sont basées sur l'utilisation du logiciel MITHRA (version 5.1.22), logiciel d'acoustique prévisionnelle conforme à la norme XP S 31-133 relative au bruit des infrastructures

Les objectifs sont les suivants :

- déterminer l'impact des préconisations techniques et s'assurer du respect des seuils réglementaires en façade des bâtiments existants (Arrêté du 5 mai 1995),
- En cas de dépassement, déterminer les protections nécessaires pour les bâtiments construits en bordure des infrastructures routières et ferroviaires (Arrêté du 30 mai 1996).

Afin de répondre à ces objectifs, la présente étude s'appuie :

- sur la caractérisation de la situation acoustique initiale, basée la campagne de mesures de bruit aux abords du projet et sur une simulation du secteur d'étude,
- sur la modélisation du projet et le calcul à terme de l'impact acoustique des nouvelles infrastructures en façade des bâtiments existants,
- sur les préconisations en termes de protections acoustiques nécessaires au respect des objectifs réglementaires lors de l'aménagement de la zone.

Les modélisations sont basées sur l'utilisation du logiciel MITHRA (version 5.1.22), logiciel d'acoustique prévisionnelle conforme à la norme XP S 31-133 relative au bruit des infrastructures



Figure 1- Secteur d'étude- ZAC

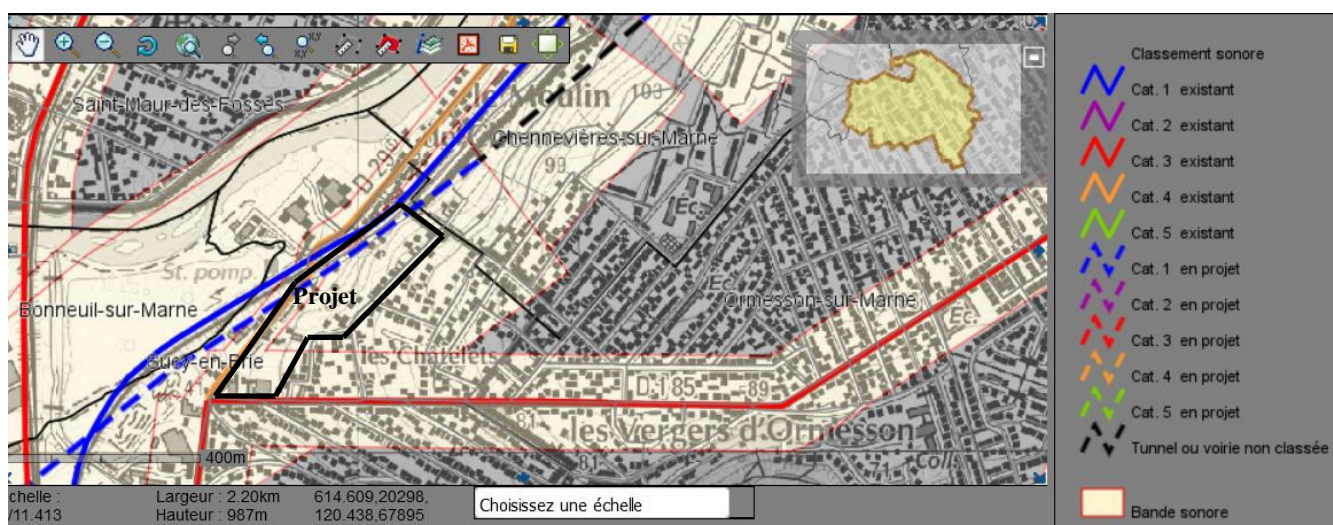


Figure 2- Classement acoustique des voies

Les principales sources de bruit

Aux abords du site, en dehors des futures installations, les principales sources de bruit sont :

- La ligne SNCF grande ceinture, tronçon sur les communes de Sucy-Bonneuil, classée 1
- Le bruit de trafic de la D111, classée 3
- Le bruit de trafic de la D124, classée 4
- La ligne RER A Bonneuil-Chessy, classée 3

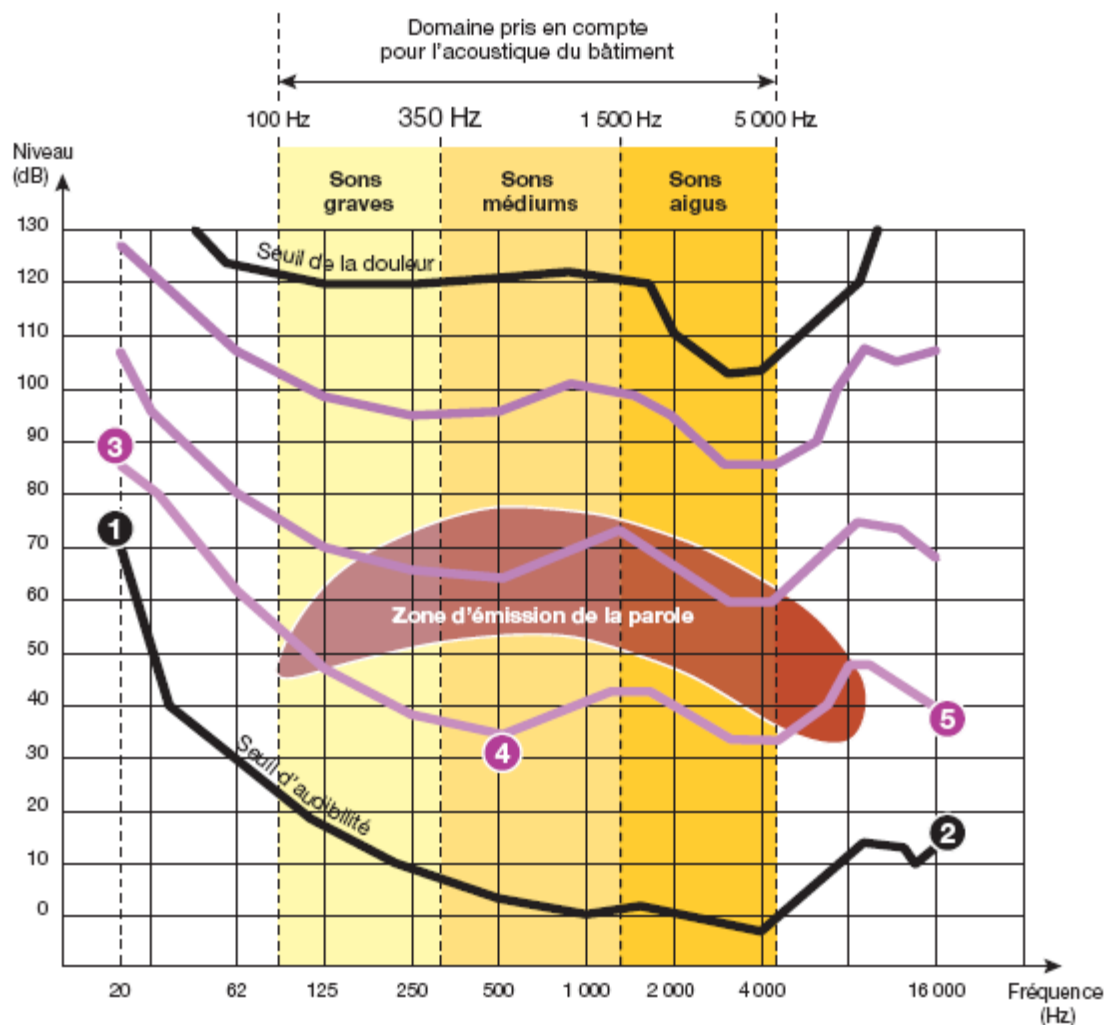
2 RAPPELS D'ACOUSTIQUE ET CADRE REGLEMENTAIRE

2.1 - Le Bruit – Définition

Le bruit est dû à une variation de la pression régnant dans l'atmosphère ; il peut être caractérisé par sa fréquence (grave, médium, aiguë) et par son amplitude - ou niveau de pression acoustique - exprimées en dB.

Le bruit ambiant correspond au bruit total existant dans une situation donnée, pendant un intervalle de temps donné. Il est composé des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées.

2.2 - Plage de sensibilité de l'oreille



L'oreille humaine a une sensibilité très élevée, puisque le rapport entre un son juste audible ($2 \cdot 10^{-5}$ Pascal), et un son douloureux (20 Pascal) est de l'ordre de 1 000 000.

L'échelle usuelle pour mesurer le bruit est une échelle logarithmique et l'on parle de niveaux de bruit exprimés en décibels A (dB(A)) où A est un filtre caractéristique des particularités fréquentielles de l'oreille.

2.3 - Arithmétique particulière

$$60 \text{ dB(A)} \oplus 60 \text{ dB(A)} = 63 \text{ dB(A)}$$















Le doublement de l'intensité sonore, due par exemple à un doublement du trafic, se traduit par une augmentation de 3 dB(A) du niveau de bruit.

$$60 \text{ dB(A)} \oplus 70 \text{ dB(A)} = 70 \text{ dB(A)}$$

Si deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores, et si le premier est supérieur au second d'au moins 10 dB(A), le niveau sonore résultant est égal au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort.

2.4 - Echelle des niveaux de bruit

De manière expérimentale, il a été montré que la sensation de doublement du niveau sonore (deux fois plus de bruit) est obtenue pour un accroissement de 10 dB(A) du niveau sonore initial.

Niveaux sonores	Sensations	Sons courants	Sons liés aux cartes
< à 50 dB(A)	Calme	 Réfrigérateur	 Ambiance calme en milieu rural
50 à 55 dB(A)	Relativement calme	 Lave-vaisselle	 Rue résidentielle
55 à 60 dB(A)	Bruits courants	 Lave-linge	 Petite route à 30 m
60 à 65 dB(A)	Supportable	 Douche	 Rue de desserte en ville
65 à 70 dB(A)	Bruyant	 Téléviseur	 Rue à fort trafic
70 à 75 dB(A)	Très bruyant	 Aspirateur	 Autoroute chargée
> à 75 dB(A)	Extrêmement bruyant	 Tondeuse à gazon	 Passage d'un train

2.5 - Les effets sur la santé

Le tableau ci-dessous permet de lier le niveau sonore en dB(A), la sensation auditive et la possibilité de conversation. Il fait référence à des données issues du Ministère des Affaires Sociales, de la Santé et de la Ville.

Il existe trois types d'effet du bruit sur la santé humaine : les effets spécifiques (surdité), les effets non spécifiques (modification de la pression artérielle ou de la fréquence cardiaque) et les effets d'interférences (perturbations du sommeil, gêne à la concentration...).

Niveau sonore en dB(A)	Sensation auditive	Possibilité de conversation	Bruit correspondant
0	Seuil d'audibilité	A voix chuchotée	-
5 10	Silence inhabituel		Chambre sourde
15 20	Très grand calme		Studio d'enregistrement de musique
25 30 35	Calme	A voix basse	Feuilles légères agitées par un vent doux Bruit ambiant nocturne en zone rurale Chambre à coucher
40 45	Assez calme	A voix normale	Bruit ambiant diurne en zone rurale Intérieur d'appartement en quartier calme
50 60	Bruits courants		Restaurant tranquille - Rue résidentielle Conversation entre deux personnes
65 70 75	Bruyant mais supportable	A voix assez forte	Restaurant bruyant - Piscine couverte Circulation automobile importante Métro sur pneus
80 85 95	Pénible à entendre	Difficile	Bar musical Passage d'un train à 20 m Circulation automobile intense à 5 m
100 105 110	Très difficilement supportable	Obligation de crier pour se faire entendre	Discothèque (près des enceintes) Marteau piqueur dans une rue à 5 m
120 130 140	Seuil de douleur Exige une protection spéciale	Impossible	Moteurs d'avion à quelques mètres Turbo réacteur

2.5.1. Les effets spécifiques

La surdité peut apparaître chez l'homme si l'exposition à un bruit intense a lieu de manière prolongée. S'agissant de riverains d'une route, cela ne semble pas être le cas, étant donné que les niveaux sonores mesurés sont généralement bien en deçà des niveaux reconnus comme étant dangereux pour l'appareil auditif.

2.5.2. Les effets non spécifiques

Ce sont ceux qui accompagnent généralement l'état de stress. Le phénomène sonore entraîne alors des réactions inopinées et involontaires de la part des différents systèmes physiologiques et leur répétition peut constituer une agression de l'organisme, susceptible de représenter un danger pour l'individu. Il est également probable que les personnes agressées par le bruit, deviennent plus vulnérables à l'action d'autres facteurs de l'environnement, que ces derniers soient physiques, chimiques ou bactériologiques.

2.5.3. Les effets d'interférence

La réalisation de certaines tâches exigeant une forte concentration peut être perturbée par un environnement sonore trop important.

Cette gêne peut se traduire par un allongement de l'exécution de la tâche, une moindre qualité de celle-ci ou une impossibilité à la réaliser.

S'agissant du sommeil, les principales études ont montré que le bruit perturbe le sommeil nocturne et induit des éveils involontaires fragmentant le sommeil.

Toutefois, ces manifestations dépendent du niveau sonore atteint par de tels bruits, de leur nombre et, dans une certaine mesure, de la différence existant entre le niveau sonore maximum et le niveau de bruit de fond habituel.

Le seuil de bruit à partir duquel des éveils sont observés varie en fonction du stade de sommeil dans lequel se trouve plongé le dormeur.

Ce seuil d'éveil est plus élevé lorsque le sommeil est profond que lorsqu'il est plus léger. De façon complémentaire, le bruit nocturne peut induire une modification de la qualité de la journée suivante ou une diminution des capacités de travail lors de cette même journée.

2.6 - Création d'une infrastructure terrestre nouvelle

2.6.1. Textes réglementaires

Les articles L571-1 à L571-26 du Livre V du Code de l'Environnement (Prévention des pollutions, des risques et des nuisances), reprennent la **Loi n° 92.1444 du 31 décembre 1992** relative à la lutte contre le bruit prévoit la prise en compte des nuisances sonores aux abords des infrastructures de transports terrestres (titre II « *Infrastructures des Transports, Urbanisme et Construction* »).

Les articles R571-44 à R571-52 du Livre V du Code de l'Environnement (Prévention des pollutions, des risques et des nuisances), reprenant le **Décret n° 95-22 du 9 janvier 1995** relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, indiquent les prescriptions applicables aux voies nouvelles, aux modifications ou transformations significatives de voiries existantes.

L'Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières précise les indicateurs de gêne à prendre en compte : niveaux LAeq(6 h - 22 h) pour la période diurne et LAeq(22 h - 6 h) pour la période nocturne ; il mentionne en outre les niveaux sonores maximaux admissibles suivant l'usage et la nature des locaux et le niveau de bruit existant.

La Circulaire du 12 décembre 1997 est relative à la prise en compte du bruit dans la construction des routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national.

2.6.2. Indices réglementaires

Le bruit de la circulation automobile fluctue au cours du temps. La mesure instantanée (au passage d'un camion, par exemple), ne suffit pas pour caractériser le niveau d'exposition des personnes.

Les enquêtes et études menées ces vingt dernières années dans différents pays ont montré que c'est le **cumul de l'énergie** sonore reçue par un individu qui est l'indicateur le plus représentatif des effets du bruit sur l'homme et, en particulier, de la gêne issue du bruit de trafic. Ce cumul est traduit par le niveau énergétique équivalent noté Leq. En France, ce sont les périodes (6 h - 22 h) et (22 h - 6 h) qui ont été adoptées comme référence pour le calcul du niveau Leq.

Les indices réglementaires s'appellent LAeq(6 h - 22 h) et LAeq(22 h - 6 h). Ils correspondent à la moyenne de l'énergie cumulée sur les périodes (6 h - 22 h) et (22 h - 6 h) pour l'ensemble des bruits observés.

Ils sont mesurés ou calculés à 2 m en avant de la façade concernée et entre 1.2 m et 1.5 m au-dessus du niveau de l'étage choisi, conformément à la réglementation. Ce niveau de bruit dit « *en façade* » majoré de 3 dB le niveau de bruit dit « *en champ libre* » c'est-à-dire en l'absence de bâtiment.

2.6.3. Critère d'ambiance sonore

Le critère d'ambiance sonore est défini dans l'**Arrêté du 5 mai 1995** et il est repris dans le § 5 de la **Circulaire du 12 décembre 1997**. Le tableau ci-dessous synthétise les zones d'ambiance sonore :

Type de zone	Bruit ambiant existant avant travaux toutes sources confondues (en dB(A))	
	<i>L_{Aeq}(6 h - 22 h)</i>	<i>L_{Aeq}(22 h - 6 h)</i>
Moderée	< 65	< 60
Moderée de nuit	≥ 65	< 60
Non modérée	< 65	≥ 60
	≥ 65	≥ 60

2.6.4. Objectifs acoustiques

Lors de la création d'une infrastructure nouvelle à l'intérieur du périmètre de la ZAC ou à ses abords, les contributions maximales admissibles de celle-ci en façade des bâtiments existants sont données dans le tableau suivant :

Usage et nature des locaux	L_{Aeq}(6 h - 22 h) en dB(A)	L_{Aeq}(22 h - 6 h) en dB(A)
Logements situés en zone modérée	60	55
Logements situés en zone modérée de nuit	65	55
Logements situés en zone non modérée	65	60
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale ⁽¹⁾	60	55
Etablissements d'enseignement ⁽²⁾	60	-
Locaux à usage de bureaux en zone modérée	65	-

(1) Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, ce niveau est abaissé à 57 dB(A) sur la période (6 h - 22 h)

(2) Sauf pour les ateliers bruyants et les locaux sportifs

2.6.5. Protections acoustiques types au bruit d'infrastructure terrestre

Pour le respect de ces objectifs réglementaires, trois principes de protection peuvent être envisagés :

- A la source, par la mise en place d'un écran ou d'un merlon ;
- Par action sur les façades en renforçant leur isolation acoustique ;
- En combinant les deux : protection à la source pour les étages bas et les terrains privatifs et renforcement d'isolation de façade pour les étages élevés.

Conformément à l'article 5 du Décret n° 95-22, les protections à la source sont à privilégier.

Cependant, lorsque la mise en œuvre d'une telle protection s'avère économiquement ou techniquement irréalisable, les obligations réglementaires consistent en un traitement sur le bâti limitant le niveau de bruit à l'intérieur des bâtiments.

Ecrans acoustiques et merlons

En interposant un obstacle entre la source de bruit et le bâtiment à protéger, les écrans acoustiques et les merlons permettent une réduction des niveaux de bruit en façade des habitations.

La hauteur et la longueur d'un écran ou d'un merlon doivent être dimensionnées afin de créer une « zone d'ombre » derrière la protection, suffisante au respect des objectifs réglementaires en façade des bâtiments. L'écran sera d'autant plus efficace qu'il sera proche de la source de bruit.

Les performances d'un écran acoustique sont définies en termes de réflexion, de transmission, d'absorption et de diffraction. Elles dépendent du type d'écran choisi (réfléchissant ou absorbant), de ses caractéristiques géométriques et de son emplacement par rapport à la source de bruit et aux bâtiments à protéger.

Renforcement de l'isolement acoustique de façade

Le renforcement de l'isolation acoustique de façade a pour objectif de limiter les nuisances sonores à l'intérieur des logements lorsque des protections à la source ne sont pas envisageables ou qu'elles ne suffisent pas au respect des seuils réglementaires en façade. L'isolement après travaux, arrondi au dB(A) près, devra répondre aux deux conditions suivantes :

- $DnT_{A,tr} \geq LA_{eq} - \text{Objectif} + 25$,
- $DnT_{A,tr} \geq 30 \text{ dB(A)}$,

avec : LA_{eq} = niveau sonore en dB(A) calculé en façade du bâtiment,

Objectif = niveau sonore en dB(A) à respecter en façade du bâtiment,

25 = isolement de référence en dB.

Nota : Dans certains cas, les fenêtres existantes permettent déjà d'atteindre l'objectif d'isolement acoustique. Aucun traitement de protection acoustique n'est alors à mettre en œuvre.

Le renforcement de l'isolation acoustique de la façade doit suivre la procédure suivante :

- ✓ Visite du bâtiment et mesures d'isolement afin d'établir un diagnostic de l'état initial (menuiseries, huisseries, joints, volets, ventilation...) ;
- ✓ Rédaction d'un projet de définition spécifiant les objectifs d'isolement réglementaires à obtenir et les propositions de traitement acoustique avec, éventuellement, la rédaction d'un
- ✓ Dossier de Consultation des Entreprises ; les valeurs d'isolement sont définies conformément à l'article 4 de l'Arrêté du 5 mai 1995 ;
- ✓ Passation d'une convention de travaux entre le Maître d'ouvrage et le propriétaire ;
- ✓ Réalisation des travaux par l'entreprise retenue, dont le montant ne peut dépasser la somme mentionnée dans la convention de travaux ; la commande est passée par le propriétaire avec, éventuellement, l'aide d'un Maître d'œuvre qualifié ;

À l'achèvement des travaux, mesures de réception des travaux et délivrance d'un certificat de conformité.

2.7 - Création de nouveaux bâtiments aux abords d'infrastructures terrestres

2.7.1. Textes réglementaires

Bâtiments d'habitation :

L'Arrêté du 30 mai 1996, relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit, indique les niveaux d'isolement acoustique à respecter en fonction des niveaux sonores générés par les voies de circulation situées à proximité du futur bâtiment.

L'article 7 de cet Arrêté précise que « *lorsque le Maître d'ouvrage effectue une estimation précise du niveau sonore en façade, en prenant en compte des données urbanistiques et topographiques particulières, l'implantation de sa construction dans le site, ainsi que, le cas échéant, les conditions météorologiques locales, il évalue la propagation des sons entre l'infrastructure et le futur bâtiment par calcul selon des méthodes répondant aux exigences de l'article 6 de l'Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières...* ».

Bâtiments hôteliers :

L'article 5 de l'Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les hôtels précise que « *l'isolement acoustique standardisé pondéré, DnT.A.tr, des chambres contre les bruits de l'espace extérieur doit être au minimum de 30 dB. L'isolement acoustique standardisé pondéré, DnT.A.tr, des chambres vis-à-vis des aires de livraison extérieures doit être au minimum de 35 dB. La valeur de l'isolement acoustique standardisé pondéré, DnT.A.tr, des chambres vis-à-vis des bruits des infrastructures de transports terrestres est la même que celle imposée aux bâtiments d'habitation aux articles 5, 6, 7 et 8 de l'arrêté du 30 mai 1996 susvisé.* »

Bâtiments d'enseignement :

L'article 7 de l'Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les hôtels précise que « *la valeur de l'isolement acoustique standardisé pondéré, DnT.A.tr, des locaux de réception cités dans l'article 2 vis-à-vis des bruits des infrastructures de transports terrestres est la même que celle imposée aux bâtiments d'habitation aux articles 5, 6, 7 et 8 de l'arrêté du 30 mai 1996 susvisé. Elle ne peut en aucun cas être inférieure à 30 dB.* »

Bâtiments de santé :

L'article 7 de l'Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé précise que « *l'isolement acoustique standardisé pondéré contre les bruits de l'espace extérieur, DnT.A.tr des locaux d'hébergement et de soins vis-à-vis des bruits extérieurs ne doit pas être inférieur à 30 dB. En outre, la valeur de l'isolement acoustique standardisé pondéré DnT.A.tr des locaux d'hébergement et de soins vis-à-vis des bruits des infrastructures de transports terrestres est la même que celle imposée aux bâtiments d'habitation aux articles 5, 6, 7 et 8 de l'arrêté du 30 mai 1996.* »

Bâtiments de bureaux :

Aucune réglementation acoustique n'impose d'isolement minimal à respecter pour les nouveaux bâtiments de bureaux. Le choix est laissé au Maître d'ouvrage de suivre ou non une **démarche HQE® (Cible 9 – Confort acoustique) ou la norme NFS 31-080 de janvier 2006** – « Bureaux et espaces associés – Niveaux et critères de performances acoustiques par type d'espace ».

2.7.2. Objectifs acoustiques

Bâtiments d'habitation, hôteliers, d'enseignement et de santé :

Les objectifs d'isolement acoustique $DnT_{A,tr}$ vis-à-vis des bruits des infrastructures de transports terrestres sont identiques pour l'ensemble de ces bâtiments sensibles.

L'article 7 de l'arrêté du 30 mai 1996 définit ces objectifs de la façon suivante : « *L'application de la réglementation consiste alors à respecter la valeur d'isolement acoustique minimal déterminée à partir de cette évaluation, de telle sorte que le niveau de bruit à l'intérieur des pièces principales [...] soit égal ou inférieur à 35 dB(A) en période diurne et à 30 dB(A) en période nocturne, ces valeurs étant exprimées en niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, de 6 h à 22 h pour la période diurne, et de 22 h à 6 h pour la période nocturne. Cette valeur d'isolement doit être égale ou supérieure à 30 dB* ».

L'isolement $DnT_{A,tr}$ minimal pour des bâtiments nouveaux est donné par la relation suivante :

Niveau résultant intérieur = Niveau extérieur calculé en façade – Isolation $DnT_{A,tr}$ avec le niveau résultant intérieur = 35 dB(A) au maximum en période diurne et 30 dB(A) au maximum en période nocturne.

Bâtiments de bureaux :

La démarche HQE® (Cible 9 – Confort acoustique) définit différents niveaux de performance pour les bâtiments de bureaux : niveau « Base », niveau « Performant » et niveau « Très Performant ». Concernant l'isolement des locaux vis-à-vis de l'espace extérieur :

- ✓ le niveau « Base » est défini pour un isolement $DnT_{A,tr} \geq DnT_{A,tr}(\text{logements en période diurne}) - 5 \text{ dB(A)}$;
- ✓ le niveau « Performant » est défini pour un isolement $DnT_{A,tr} \geq DnT_{A,tr}(\text{logements en période diurne}) - 3 \text{ dB(A)}$;
- ✓ le niveau « Très Performant » est défini pour un isolement $DnT_{A,tr} \geq DnT_{A,tr}(\text{logements en période diurne})$.

Dans ces 3 cas, la démarche HQE® précise que l'isolement $DnT_{A,tr}$ doit être $\geq 30 \text{ dB}$.

2.8 – Réglementation des bruits de chantier

Les chantiers sont, par nature, une activité bruyante. Cependant, il n'existe pas de "chantier type" : en fonction de la nature des travaux, des contraintes et de l'environnement du site, chaque chantier est particulier. Il est alors quasiment impossible de fixer, au niveau national, une valeur limite de niveau de bruit adaptée à toutes les situations.

C'est la raison pour laquelle aucune limite réglementaire n'est imposée en termes de niveaux de bruit à ne pas dépasser.

Toutefois, on peut se référer à certains textes réglementaires, cités ci-dessous :

- les articles L571-9 et R571-50 du Code de l'Environnement pour ce qui concerne les obligations du Maître d'ouvrage
- les articles R1334-36 et R1337-6 du Code de la Santé Publique pour ce qui concerne les nuisances sonores des chantiers
- les articles L571-2 et R571-1 à R571-24 du Code de l'Environnement pour ce qui concerne l'émission sonore des engins de chantier
- Les arrêtés du 18 mars 2002 et du 22 mai 2006 relatifs aux émissions sonores des engins de chantier en application de la directive européenne 2000/14/CE.

- Tout arrêté préfectoral et/ou municipal relatif à la prévention des nuisances sonores dues aux chantiers et notamment pouvant réglementer les jours et horaires de fonctionnement du chantier.
- Plus généralement, la réglementation concernant les bruits de voisinage (décret du 31 août 2006 relatif aux bruits de voisinage)

Cette dernière réglementation s'appuie sur la notion de résiduel sonore afin de définir les critères d'émergence admissibles.

Les textes définissent en effet la potentialité de gêne selon un critère d'émergence et fixent des seuils de gêne en fonction de l'émergence du bruit comprenant la source sonore particulière (niveau de bruit ambiant) par rapport au niveau de bruit habituel sans cette source (niveau de bruit résiduel).

On considère qu'un bruit devient particulièrement gênant lorsqu'il est perçu comme "dominant" par rapport aux autres bruits composant l'ambiance sonore habituelle.

Deux périodes réglementaires sont à considérer :

- la période jour (7h-22h)
- la période nuit (22h-7h)

L'émergence maximale est fixée à 5 dB(A) le jour et à 3 dB(A) la nuit.

A ces valeurs, peut s'ajouter un terme correctif fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit, selon le tableau suivant :

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier	Terme correctif (en dBA)
Entre 10s et 1 mn	6
Entre 1mn et 5 mn	5
Entre 5 mn et 20mn	4
Entre 20mn et 2 heures	3
Entre 2 heures et 4 heures	2
Entre 4 heures et 8 heures	1
Plus de 8 heures	0

La réglementation ne précise pas l'indicateur à utiliser pour la définition du bruit résiduel, le choix en est laissé à l'expert.

En pratique, dans le cadre de cette étude, on utilise la même définition que pour la réglementation ICPE en se basant sur les deux indicateurs suivants :

- le LAeq, niveau sonore équivalent en dB(A) sur la période de mesure, correspondant à une "moyenne" énergétique du bruit mesuré. Cet indicateur est représentatif de l'ensemble des sources de bruits présentes sur le site.
- le L50, niveau acoustique fractile, correspondant au niveau de bruit dépassé pendant au moins 50% de la période de mesure.

Le choix de l'indicateur dépend de l'environnement sonore :

- différence LAeq - L50 élevée (supérieure à 5 dB(A)) : Cela indique que l'environnement sonore est marqué 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 la source particulière que l'on cherchera à caractériser. Dans ce cas, on retient le L50 qui permet de ne pas considérer ces bruits intermittents.
- différence LAeq - L50 faible (inférieure à 5 dB(A)) : Cela indique que l'environnement sonore est plutôt homogène, et dans ce cas le LAeq est suffisamment représentatif de la situation

Dans le cadre de cette étude, le bruit résiduel sur le site sera défini à partir des mesures acoustiques état initial, permettant de fixer les niveaux sonores maximaux recommandés pour la contribution du chantier.

3 - CAMPAGNE DE MESURE

3.1 - Méthodologie de la campagne de mesure

La présente campagne de mesure a été réalisée aux abords du projet. Elle vise à définir l'environnement sonore dans le secteur concerné par le projet de création de la nouvelle ZAC des coteaux, sur les périodes réglementaires jour (6 h - 22 h) et nuit (22 h - 6 h).

La méthode de mesure des bruits de l'environnement suit la norme NF S 31.010 intitulée « *Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement* » de décembre 1996. Les mesures réalisées à proximité d'une infrastructure routière suivent la norme NF S 31.085 intitulée « *Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier* » de novembre 2002.

Les mesures effectuées sont qualifiées de mesures de constat, c'est-à-dire qu'elles permettent de relever le niveau de bruit ambiant en un lieu donné, dans un état donné et à un moment donné.

Durant les périodes de mesure, le trafic routier ainsi que les conditions météorologiques ont été relevées et sont présentées en annexes.

Les résultats des comptages routiers ont été effectués en partie par comptage manuel lors de la campagne de mesures acoustiques et en partie fournis par la Société EPAMARNE.

La campagne de mesure s'est déroulée du 17 au 23 février 2022. Elle comporte 3 mesures de 24 h consécutives appelées Points Fixes (numérotés PF1 à PF3) et 3 prélèvements de 10 à 30mn appelés Points Mobiles (numérotés PM1 à PM3).

3.2 - Localisation des points de mesure

Le plan ci-dessous permet le repérage des 6 prélèvements réalisés en champ libre :

- PF1 : point situé rue du pont de Chennevières, face à ETTB location
- PF2 : point situé à l'entrée de l'impasse de l'Alma, près du pont SNCF
- PF3 : point situé au bout de l'impasse de l'Alma
- PM1 : point situé avenue Olivier d'Ormesson, face à SAS BATIMA DECO
- PM2 : point situé au croisement de la rue des châtelets et de la rue Poitevin
- PM3 : point situé au bout de la rue des châtelets au nord du site

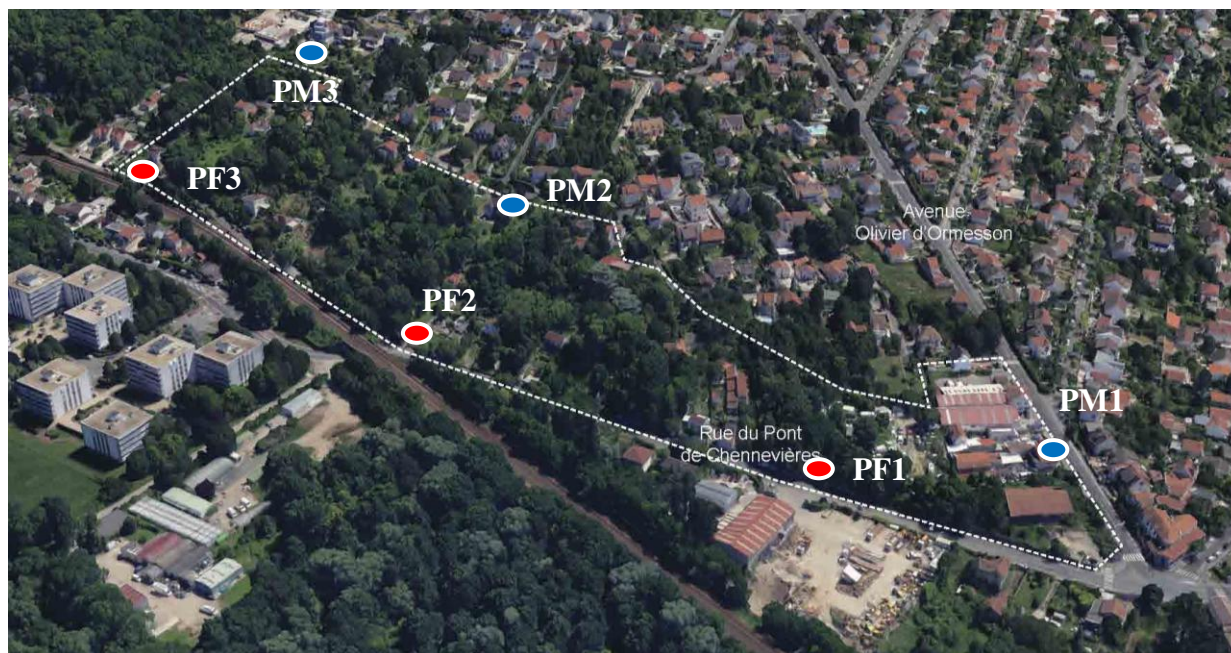



Figure 3- Emplacement des points de mesure ; point fixe 24H ● ; point mobile ●



3.3 - Présentation des résultats de mesure

Une fiche de synthèse est créée pour chaque point de mesure. Elle comporte les renseignements suivants :

- Identification de l'infrastructure routière ;
- Date et horaires de la mesure ;
- Localisation du point de mesure sur un plan de situation orienté ;
- Photographies du microphone et de son angle de vue ;
- Sources sonores identifiées
- Résultats acoustiques : évolution temporelle, niveaux sonores et indices statistiques par période réglementaire.

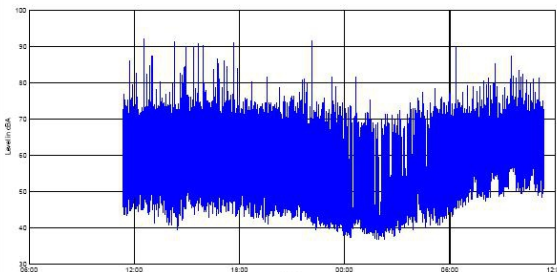
Nota : Les indices statistiques (L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99}) sont définis dans la norme NF S 31.010 intitulée « Caractérisation et mesurage des bruit de l'environnement ». Ces indices représentent un niveau acoustique fractile, c'est-à-dire qu'un indice L_x représente le niveau de pression acoustique continu équivalent dépassé pendant x % de l'intervalle de mesurage. L'indice L_{50} représente le niveau sonore équivalent dépassé sur la moitié de l'intervalle de mesurage. L'indice L_{90} est couramment assimilé au niveau de bruit de fond.


PF1	Mesures de bruit - Etat initial - ZAC d'Ormesson	 MAPSON
Les coteaux	Le 22/02/2022 à 11:25	
Rue du pont de Chennevières	Durée: 24h	
94490 ORMESSON SUR MARNE	Face à ETTB Location	

Plan de situation	Prise de vue microphone
	

Prises de vue à proximité du microphone		
		

Résultats sur les périodes réglementaires					
Laeq (6h-22h):	65	dB(A)	Laeq (22h-6h):	58	dB(A)
Rue du pont de Chennevières	500	véh/h	Rue du pont de Chennevières	63	véh/h
	5%	% PL		5%	% PL

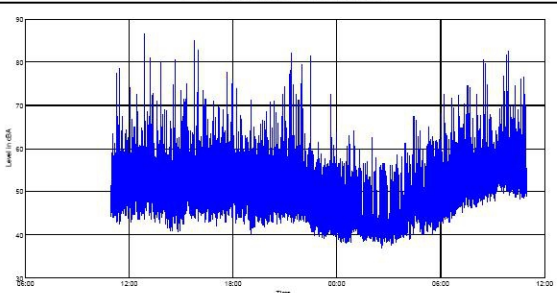
Evolution temporelle		Sources sonores			
		Rue du pont de Chennevieres RER ETTB location			
		Commentaires			
		Comptage manuel			
Indices statistiques en dB(A)					
Période	L99	L90	L50	L10	L1
6h-22h	44	48	59	69	73
22h-6h	39	41	46	58	70


PF2	Mesures de bruit - Etat initial - ZAC d'Ormesson	 MAPSON
Les coteaux	Le 18/02/2022 à 10:57	
Pass de l'Alma	Durée: 24h	
94490 ORMESSON SUR MARNE	Près du pont SNCF	

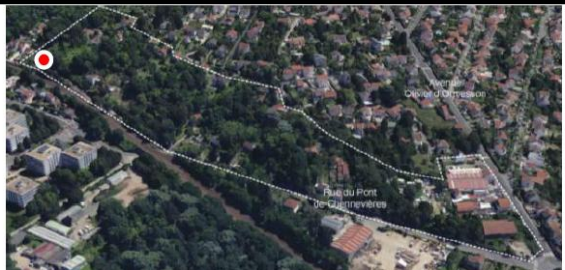
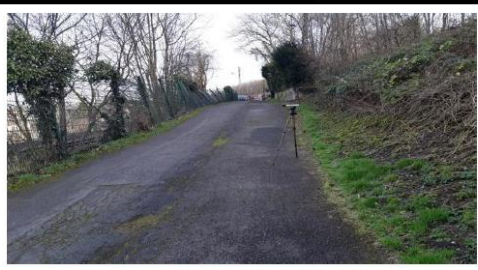
Plan de situation	Prise de vue microphone
	

Prises de vue à proximité du microphone		
		

Résultats sur les périodes réglementaires					
Laeq (6h-22h):	56	dB(A)	Laeq (22h-6h):	48	dB(A)
Rue du pont de Chennevières	500	véh/h	Rue du pont de Chennevières	63	véh/h
	5%	% PL		5%	% PL

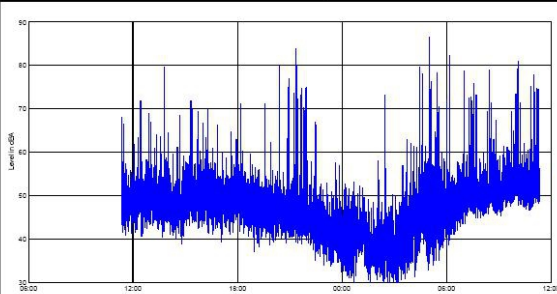
Evolution temporelle		Sources sonores			
		Rue du pont de Chennevieres RER			
		Commentaires			
		Comptage manuel			
Indices statistiques en dB(A)					
Période	L99	L90	L50	L10	L1
6h-22h	44	46	52	57	67
22h-6h	39	41	43	50	57


PF3	Mesures de bruit - Etat initial - ZAC d'Ormesson	 MAPSON
Les coteaux		Le 19/02/2022 à 11:20
Pass de l'Alma		Durée: 24h
94490 ORMESSON SUR MARNE		Près du pont SNCF

Plan de situation	Prise de vue microphone
	

Prises de vue à proximité du microphone		
		

Résultats sur les périodes réglementaires					
Laeq (6h-22h):	54	dB(A)	Laeq (22h-6h):	48	dB(A)
Rue du pont de Chennevieres	500	véh/h	Rue du pont de Chennevieres	63	véh/h
	5%	% PL		5%	% PL

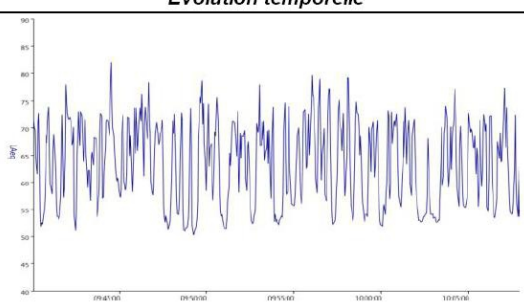
Evolution temporelle		Sources sonores			
		Rue du pont de Chennevieres RER			
		Commentaires			
		Comptage manuel			
Indices statistiques en dB(A)					
Période	L99	L90	L50	L10	L1
6h-22h	42	45	49	53	67
22h-6h	32	35	41	47	55


PM1	Mesures de bruit - Etat initial - ZAC d'Ormesson	 MAPSON
Les coteaux	Le 17/02/2022 à 9:40	
Avenue Olivier d'Ormesson	Durée: 28 min	
94490 ORMESSON SUR MARNE	Face à SAS BATIMA DECO	

Plan de situation	Prise de vue microphone
	

Prises de vue depuis le microphone		
		

Résultats sur les périodes réglementaires	
LaeqA =69 dBA	
Véhicules/h	570
% PL	5%

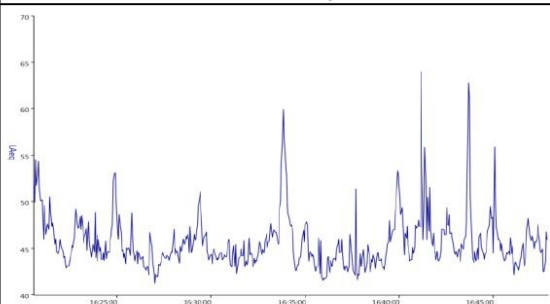
Evolution temporelle		Sources sonores			
		Avenue Olivier d'Ormesson RER rue Victor Hugo			
		Commentaires			
		Comptage manuel			
Indices statistiques en dB(A)					
Période	L99	L90	L50	L10	L1
6h-22h	51	53	62	73	79


PM2	Mesures de bruit - Etat initial - ZAC d'Ormesson	 MAPSON
Les coteaux	Le 17/02/2022 à 16:20	
Rue des châtelets	Durée: 27 min	
94490 ORMESSON SUR MARNE	Croisement Pass Poitevin	



Plan de situation	Prise de vue microphone
	

Prises de vue depuis le microphone		
		

Résultats sur les périodes réglementaires	
LaeqA = 48 dBA	
Véhicules/h	10
% PL	0

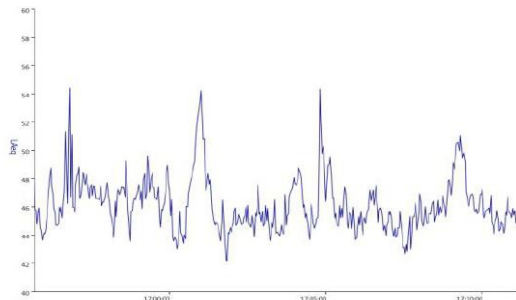
Evolution temporelle		Sources sonores			
		Rue des châtelets RER			
		Commentaires			
		Comptage manuel			
Indices statistiques en dB(A)					
Période	L99	L90	L50	L10	L1
6h-22h	41	43	45	49	56

PM3	Mesures de bruit - Etat initial - ZAC d'Ormesson	 MAPSON
Les coteaux	Le 17/02/2022 à 16:55	
Rue des châtelets	Durée: 20 min	
94490 ORMESSON SUR MARNE	Près de la descente d'escalier	

Plan de situation	Prise de vue microphone
	

Prises de vue depuis le microphone	
	

Résultats sur les périodes réglementaires	
LaeqA =49 dBA	
Véhicules/h	6
% PL	0

Evolution temporelle		Sources sonores			
		Rue des châtelets RER			
		Commentaires			
		Comptage manuel			
Indices statistiques en dB(A)					
Période	L99	L90	L50	L10	L1
6h-22h	45	46	48	50	51

3.4 Synthèse des résultats

Les tableaux suivants présentent une synthèse des résultats pour les points de mesure (les résultats sont arrondis au ½ dB(A) près).

Les tableaux suivants présentent une synthèse des résultats pour les points de mesure fixe de 24 h, et les points mobiles (les résultats sont arrondis au ½ dB(A) près).

Points de mesure	Localisation	Début de la mesure	LAeq (6 h - 22 h) en dB(A)	LAeq (22 h - 6 h) en dB(A)	Trafic horaire associé (TV/h - % PL)
PF1	Rue du pont de Chennevieres sud	22/02/2022	65	58	cf fiche de bruit
PF2	Croisement pont de Chennevieres/ rue de l'Alma	18/02/2022	56	48	cf fiche de bruit
PF3	Rue du pont de Chennevieres nord	19/02/2022	54	48	cf fiche de bruit

Points de mesure	Localisation	Début de la mesure	LAeq période en dB(A)	Trafic horaire associé (TV/h - % PL)
PM1	Avenue Olivier d'Ormesson	le 17/02/2022 à 09h40	69	570 véh/h 5%
PM2	Croisement rue des Châtelets / rue Poitevin	le 17/02/2022 à 16h20	48	10 véh/h 0%
PM3	rue des Châtelets nord	le 17/02/2022 à 16h55	49	6 véh/h 0%

Tableau 1- Synthèse des résultats de mesure

4 - SIMULATION DE LA SITUATION INITIALE

4.1 – Méthodologie

La cartographie des niveaux sonores en milieu extérieur est basée sur l'exploitation des données issues de la base *bruitparif* ainsi que de l'utilisation du logiciel MITHRA V5.1.22 (Modélisation Inverse du Tracé dans l'Habitat de Rayons Acoustiques) dont la description est fournie en annexe. La modélisation du site est réalisée en trois dimensions.

Elle intègre les paramètres suivants : la topographie, le bâti, les sources de bruit (routes...) et les obstacles (murs, talus...).

Dans un premier temps, une simulation est effectuée au niveau d'un ou de plusieurs points de mesure in situ, de manière à valider le modèle de calcul. Des paramètres du logiciel peuvent alors être ajustés de manière à minimiser les écarts entre les résultats de mesure et les résultats de calcul.

Ensuite, les résultats de calcul sont étendus à l'ensemble du site d'étude, de manière à établir la situation acoustique initiale. Les sources de bruit routier sont alors ajustées de manière à intégrer les valeurs moyennes annuelles du trafic (TMJA).

4.2 – Hypothèses de trafic

4.2.1. Trafic routier

Les hypothèses de puissance acoustique émise par les voies de circulation sont conformes aux recommandations spécifiées dans le Guide du Bruit des Transports Terrestres édité par le CETUR.

Pour la simulation de l'état initial, les hypothèses de trafics moyens retenues par la Société EPAMARNE sont les suivantes :

- ✓ Pour les sections de voies ayant fait l'objet d'un comptage pendant la semaine de mesure, c'est la moyenne journalière, le pourcentage de poids-lourds et la répartition jour/nuite des trafics (périodes (6 h – 22 h) et (22 h – 6 h)) observés lors de ces comptages qui sont pris en compte.
- ✓ Pour les sections qui n'ont pas fait l'objet d'un comptage, supportant une circulation du même type que les sections caractérisées par les comptages, les trafics moyens journaliers sont calculés à partir des données HPS et HPM moyennes fournies par EPAMARNE, sur la base du ratio entre le TMJ et les trafics HPS/HPM relevé lors des comptages. La répartition Jour/Nuit du trafic est conservée, ainsi que le pourcentage de poids-lourds.

Les hypothèses de trafic retenues pour la simulation de la situation initiale sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Infrastructure routière	Trafic journalier moyen		Période [6h-22h]		Période [22h-6h]	
	véh/ jour	%PL	véh/h	%PL	véh/h	%PL
D124	4500	5	265	5	33	5
D111	9690	5	570	5	71	5
rue de l'Alma	102	0	6	0	1	0
rue des Châtelets	170	0	10	0	1	0
rue Poitevin	170	0	10	0	1	0
rue Victor Hugo	100	1	6	1	1	1

Tableau 2- Trafics pris en compte (relevé manuel + EPA)

Le trafic sur les axes structurants de la zone est assez soutenu bien que variable suivant les sections.

La proportion de PL sur ces axes est faible.

En l'absence de donnée, la répartition VL/PL est estimée avec les hypothèses suivantes :

- 10 % de PL sur les voies autoroutières et nationales en journée et soirée,
- 10 % de PL sur les voies autoroutières et nationales la nuit,
- 4 % de PL sur les voies départementales.
- 1 % de PL sur les rues municipales.

La vitesse moyenne de circulation issue des limitations de vitesse relevées sur chacune des voies, l'infrastructure caractérisée par le nombre et la largeur des voies, le type de revêtement et l'allure de du trafic (fluide ou pulsée).

4.2.2. Trafic ferroviaire

Sur la ligne SNCF, au niveau du pont de Chennevières, le trafic pris en compte est basé sur un comptage manuel en journée ainsi que par l'exploitation des horaires figurant sur le site internet de la SNCF, soit 28 circulations par jour, deux sens confondus. La répartition Jour/Nuit de ce trafic est la suivante : 26 trains circulent entre 6 h et 22 h et 2 trains circulent entre 22 h et 6 h.

4.3 - Modélisation du site

Le site a été modélisé à partir de fichiers open-source issues de la base *openstreetmap* ainsi que des fichiers au format DWG et en 3 dimensions, fournis par la Société EPAMARNE. Des points récepteurs ont été positionnés aux emplacements de mesure afin de corréler le modèle de calcul avec les données issues de la mesure.

Les routes ont été modélisées en tant que sources sonores linéiques.

La norme de calcul utilisée est la NF S 31-133 : Bruit dans l'environnement – Calculs de niveaux sonores (ou NMPB-2008).

Le niveau de puissance acoustique de ces routes est calculé à partir du TMJA (trafic moyen journalier annuel) et du pourcentage de poids lourds présents sur la portion.

Le trafic routier de l'état initial est basé sur l'étude de circulation et de stationnement.

Les TMJ ont été obtenus par la formule suivante : $11 \cdot (HPM + HPS) / 2$

Les valeurs de HPM & HPS utilisées pour le calcul sont reportées en annexe sous la forme d'une carte.

Afin de déterminer le trafic horaire à partir du TMJA, la Note n° 77 du SETRA d'avril 2007 « Calcul prévisionnel de bruit routier » a été considérée.

4.4 – Hypothèses de calcul

La méthode de calcul employée par le logiciel MITHRA est conforme à l'Arrêté du 5 mai 1995 et respecte la Nouvelle Méthode de Prédiction du Bruit des Infrastructures Routières, dite NMPB 96, qui inclut notamment les effets météorologiques (document édité en janvier 1997 par le regroupement CERTU / SETRA / CSTB / LCPC).

L'effet des conditions météorologiques est mesurable dès que la distance Source / Récepteur est supérieure à une centaine de mètres et croît avec la distance. Il est d'autant plus important que le récepteur, ou l'émetteur, est proche du sol. La variation du niveau sonore à grande distance est due à un phénomène de réfraction des ondes acoustiques dans la basse atmosphère (dus à des variations de la température de l'air et de la vitesse du vent).

Les facteurs météorologiques déterminants pour ces calculs sont :

- les facteurs thermiques (gradient de température),
- les facteurs aérodynamiques (vitesse et direction du vent).

En journée, les gradients de température sont négatifs (la température décroît avec la hauteur au dessus du sol), la vitesse du son décroît avec la hauteur par rapport au sol. Ce type de conditions est défavorable à la propagation du son.

La nuit, les gradients de température sont positifs (le sol se refroidit plus rapidement que l'air). La vitesse du son croît. Cette situation est donc favorable à la propagation du son.

En conséquence, les niveaux de bruit prévisionnels calculés dans ces conditions donneront des valeurs toujours excédentaires par rapport à celles calculées avec des conditions météorologiques homogènes théoriques ; ce principe conduit donc à mieux protéger les riverains.

Les hypothèses météorologiques utilisées dans le cadre de cette étude correspondent à un pourcentage d'occurrences favorables à la propagation sonore égal à 50 % pour la période diurne et 100 % pour la période nocturne.

4.5 - Validation du modèle de calcul

La validation du modèle numérique est effectuée par comparaison des niveaux LAeq mesurés et des niveaux LAeq simulés avec le logiciel MITHRA, en tenant compte des conditions de circulation et de trafic du jour des mesures, ainsi que des conditions météorologiques relevées (homogènes).

Cette validation est effectuée sur la période de 24H pour 3 points fixes PF1, PF2, et PF3. Les données de trafic prises en compte sont celle détaillées au Chapitre 3 – Campagne de mesure.

Le détail des résultats est mentionné dans le tableau ci-dessous :

<i>Point de mesure</i>	<i>LAeq mesuré en dBA</i>	<i>LAeq simulé en dBA</i>	<i>Delta en dBA</i>
PF1	65	64.1	0.9
PF2	56	54.1	1.9
PF3	54	54.5	-0.5

Tableau 3- Corrélation Mesures-calculs

Ces résultats valident le modèle de calcul.

4.6 - Présentation des résultats de l'état initial

Les pages suivantes présentent les résultats de simulation de l'état initial, pour les périodes réglementaires (6 h – 22 h) et (22 h – 6 h), sous la forme de :

- ✓ Cartes d'étiquettes présentant le niveau de bruit en façade des bâtiments ;
- ✓ Cartes d'isophones à 5 m de hauteur permettant la visualisation rapide des niveaux de bruit.

La hauteur de 5 m correspond en moyenne à un récepteur au 1er étage.

4.7 - Analyse des résultats de l'état initial

Au Nord et à l'Est de la ZAC :

En façade des bâtiments situés aux abords du périmètre de la rue des châtelets et de la rue Poitevin, les résultats de calcul montrent que les niveaux de bruit en façade des habitations sont globalement inférieurs à 65 dB(A) de jour sur la période (6 h - 22 h), et inférieurs à 60 dB(A) de nuit sur la période (22 h - 6 h). Ces niveaux sont faibles et sont dus à un trafic peu élevé de jour comme de nuit.

La D111 et la D124 sont trop éloignées pour avoir une contribution sur cette partie de la ZAC.

Au Sud et à l'Ouest de la ZAC :

En façade des bâtiments d'habitation situés aux abords de la D111 et la D124, les résultats de calcul et de calcul montrent que les niveaux de bruit sont supérieurs à 65 dB(A) de jour sur la période (6 h - 22 h), et inférieurs à 60 dB(A) de nuit sur la période (22 h - 6 h).

Sur la période (6h – 22h), seuls les bâtiments les plus proches de la ligne D111 et de la D124 peuvent recevoir aux heures de pointe une contribution importante.

La D111, bien que générant des niveaux importants (>70 dBA par endroit) n'impacte pas l'intérieur de la futur zone d'aménagement. Le fait qu'elle se situe légèrement en contrebas sur certaine portion et qu'elle est masquée par endroit par de la végétation fait qu'elle rencontre un masquage limitant la propagation du bruit routier.

Pour les bâtiments situés aux abords de la voie ferrée, on constate peu d'impact sur les édifices existants avec des niveaux en façade de l'ordre de 50 dBA de jour et 43 dBA de nuit. La dénivellée des habitations par rapport à la voie ferrée, une butte plantée de végétation, un masquage partiel dus aux remblais de terre, ainsi qu'un faible trafic journalier de l'ordre d'un train toutes les 1/2 d'heure font que les isophones sont resserrées uniquement à proximité de la voie de chemin de fer.

CONCLUSIONS :

Dans le cadre de l'étude d'impact, le nord et l'est de la ZAC peut donc être considéré comme une zone d'ambiance sonore préexistante modérée de jour et de nuit au sens de l'Arrêté du 5 mai 1995. L'ouest et le sud de la ZAC à l'inverse peuvent être considérés comme une zone d'ambiance sonore préexistante modérée de nuit uniquement.

CAPTURE 3D DES NIVEAUX – ZONE ETENDUE ORMESSON-CHENNEVIERES
Niveaux Lden (jour-soir-nuit) en dB(A)

Source : carto bruitparif



CAPTURE 3D DES NIVEAUX – ZONE ETENDUE ORMESSON-CHENNEVIERES
Niveaux Ln (nuit) en dB(A) –

Source : carto bruitparif



Figure 4- CARTOGRAPHIE ETAT INITIAL ZONE ETENDUE

CAPTURE 3D DES NIVEAUX – ZOOM PROJET DES COTEAUX

Niveaux LAeq en dB(A) – Jour (6h – 22h)

Niveaux de Bruit

Norme NFS 31.130 (dB(A))

- < 45
- 45 à 50
- 50 à 55
- 55 à 60
- 60 à 65
- 65 à 70
- 70 à 75
- >= 75

Source MTHRA



CAPTURE 3D DES NIVEAUX – ZOOM PROJET DES COTEAUX

Niveaux LAeq en dB(A) – Nuit (22h – 6h)

Niveaux de Bruit

Norme NFS 31.130 (dB(A))

- < 45
- 45 à 50
- 50 à 55
- 55 à 60
- 60 à 65
- 65 à 70
- 70 à 75
- >= 75

Source MTHRA

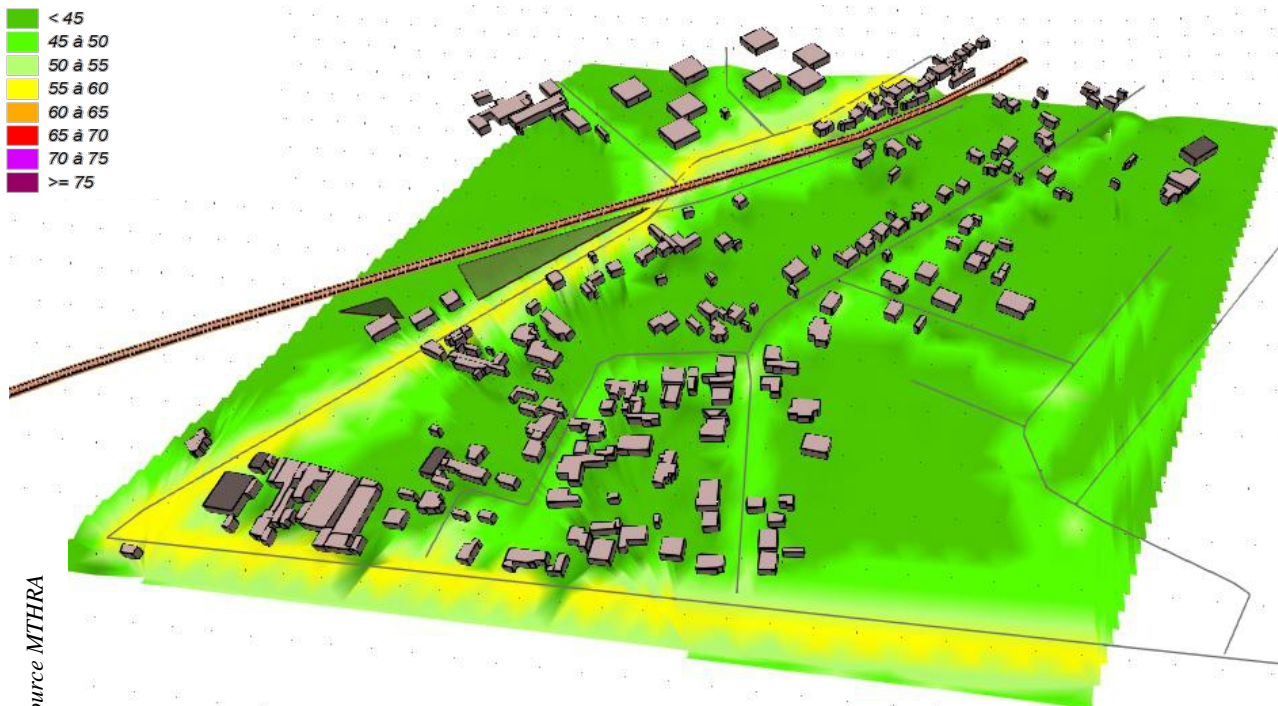
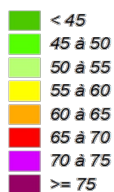


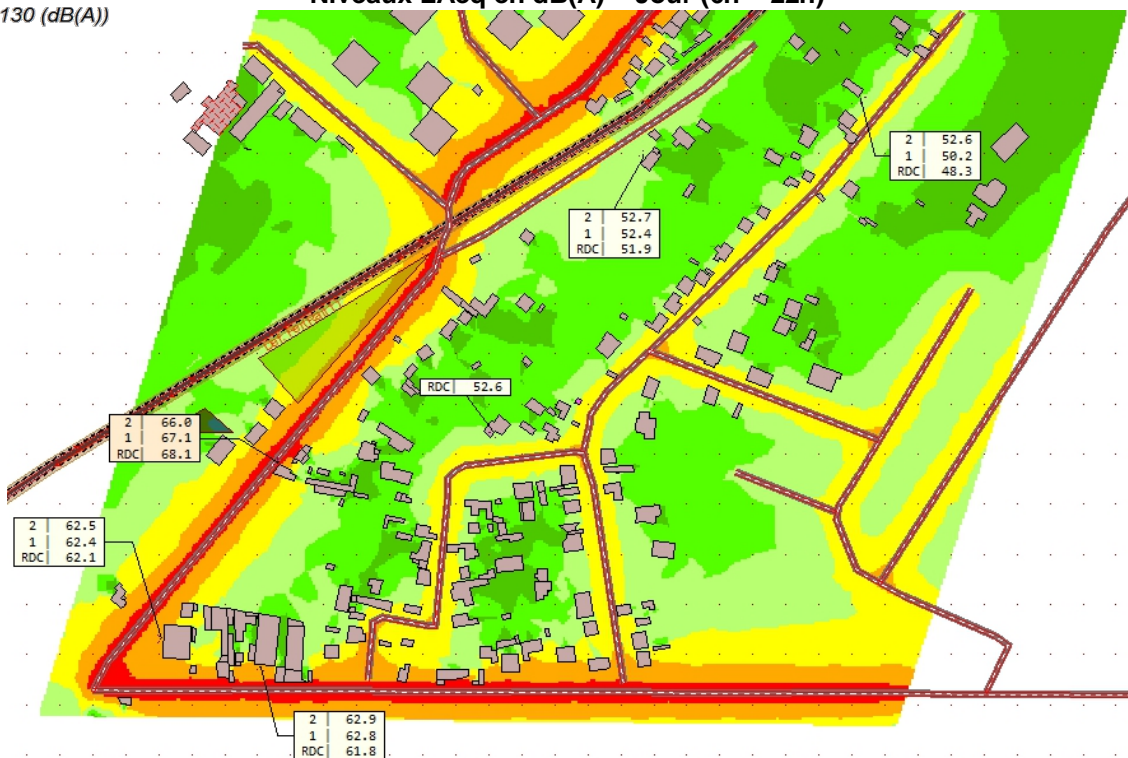
Figure 5- CARTOGRAPHIE ETAT INITIAL

Niveaux de Bruit

Norme NFS 31.130 (dB(A))

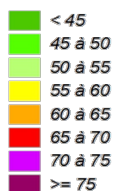


NIVEAUX EN FACADE ZAC DES COTEAUX
Niveaux LAeq en dB(A) – Jour (6h – 22h)



Niveaux de Bruit

Norme NFS 31.130 (dB(A))



NIVEAUX EN FACADE ZAC DES COTEAUX
Niveaux LAeq en dB(A) – Nuit (22h – 6h)

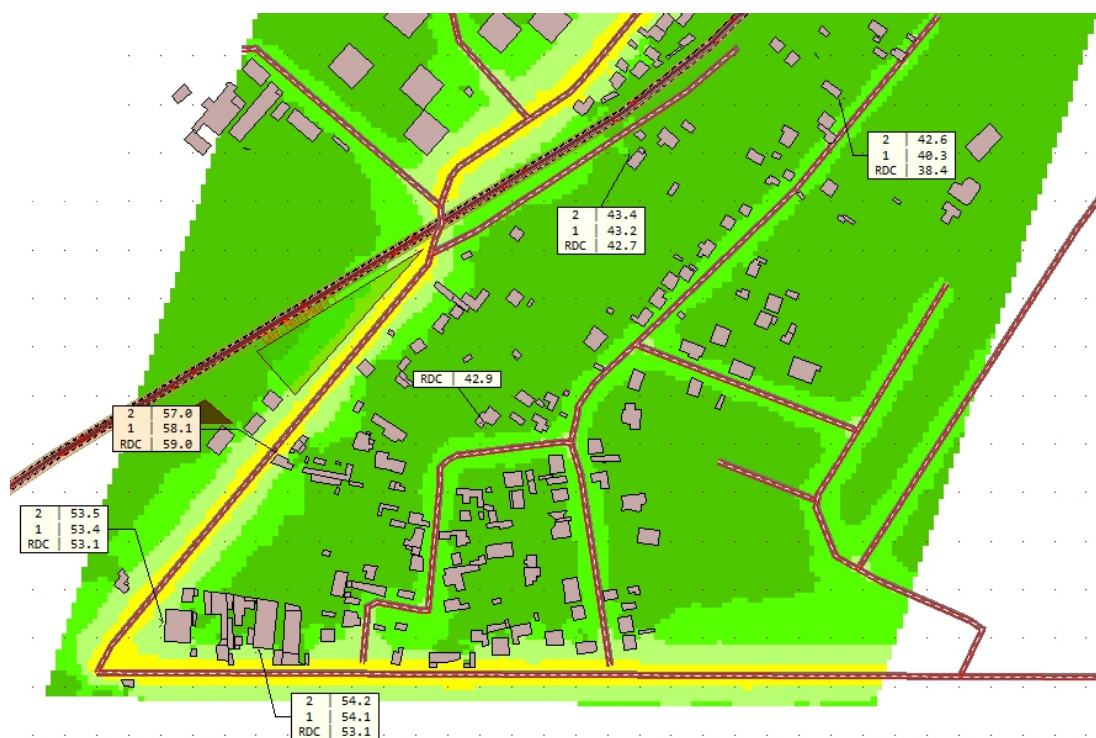


Figure 6- CARTOGRAPHIE ETAT INITIAL

5 - GESTION ACOUSTIQUE DU BRUIT DE CHANTIER

Les chantiers sont, par nature, une activité bruyante et sont soumis aux éventuels arrêtés préfectoraux ou municipaux qui réglementent leurs horaires de fonctionnement. Toutefois, quand la nécessité de poursuivre des travaux est avérée et sur demande spécifique, des dérogations peuvent être accordées aux entreprises.

En matière de traitement des plaintes contre les bruits émis dans l'environnement autres que les bruits dus aux infrastructures de transports terrestres et aux installations industrielles classées, on se référera au texte relatif aux "bruits de voisinage" pour évaluer la gêne liée à l'émergence sonore du chantier, sans pour autant fixer des seuils limites d'admissibilité.

Il s'agira de :

- respecter les conditions d'utilisation et d'exploitation de matériels ou d'équipements fixées par les autorités compétentes,
- prendre les précautions appropriées pour limiter le bruit dans l'espace et dans le temps (soirée, nuit, petit matin), autant que faire se peut,
- faire preuve d'un comportement respectueux du voisinage.

On prendra en compte la sensibilité du site en particulier dans les plages horaires des travaux et dans les circuits d'approvisionnement du chantier. On limitera ainsi tant que possible les circulations de Poids-Lourds et les activités bruyantes à la période diurne.

Sur les voiries du secteur, l'augmentation du trafic Poids Lourds peut entraîner une augmentation sensible des niveaux sonores. L'expérience en termes de nuisances sonores des chantiers montre qu'une information préalable des collectivités et des riverains associée à une communication durant tout le déroulement du chantier permet une meilleure acceptation des nuisances sonores engendrées.

On informera les riverains de la teneur et des enjeux du chantier, des moyens mis en oeuvre pour réduire les nuisances et des moyens de contrôle éventuellement prescrits pour s'assurer de la limitation des émergences en particulier en période nocturne la plus sensible.

6 - SIMULATION DE LA SITUATION A TERME

6.1 – Méthodologie

Pour l'étude de la situation à terme, le modèle informatique réalisé en situation initiale est complété en intégrant le projet. Les hypothèses de calcul sont conservées, notamment celles concernant les conditions météorologiques.

Les calculs sont réalisés sur la base des trafics à l'horizon 2035 après mise en service des nouvelles infrastructures créées dans le cadre de l'aménagement de la ZAC.

Les simulations de la situation à terme doivent permettre :

- de vérifier que l'impact sonore des nouvelles infrastructures est limité à 60 dB(A) de jour et à 55 dB(A) de nuit en façade des bâtiments existants (paragraphe 5.4), puisque l'étude de la situation initiale a montré qu'ils étaient situés en zone d'ambiance sonore préexistante modérée au sens de l'Arrêté du 5 mai 1995 ;
- de vérifier que l'impact sonore de l'ensemble des infrastructures est limité à 65 dB(A) de jour et à 60 dB(A) de nuit en façade des futurs bâtiments (paragraphe 5.5), de telle sorte que le niveau de bruit à l'intérieur des pièces principales soit égal ou inférieur à 35 dB(A) en période diurne et à 30 dB(A) en période nocturne (pour un isolement DnT,A,tr minimum de 30 dB).

Si les calculs montrent un dépassement de ces valeurs limites, des préconisations en termes de protections acoustiques seront réalisées.

6.2 - Hypothèses de trafic

6.2.1. Trafic ferroviaire

Le trafic ferroviaire est considéré comme identique à celui pris en compte pour l'étude de la situation initiale. Ces voies ferroviaires sont situées à proximité du périmètre de la future ZAC et auront un impact sur les niveaux sonores et sur les objectifs réglementaires calculés dans la suite de l'étude.

6.2.2. Trafic routier

Pour la simulation de la situation à terme (2035), les hypothèses de trafics moyens présentées ci-après ont été validées par la Société EPAMARNE / EPAFRANCE.

Pour les sections de voies existantes, les trafics moyens journaliers 2035 sont calculés à partir des données HPS et HPM 2035 fournies par CDVIA (cf. Annexe) :

- sur la base du même ratio entre le Trafic Moyen Journalier (TMJ) et les trafics HPS/HPM que celui retenu pour l'étude de la situation initiale,
- avec une répartition du trafic entre la période jour et la période nuit, ainsi qu'un pourcentage de poids-lourds identiques à ceux retenus pour l'étude de la situation initiale.

6.3 - Modélisation du site

Le projet d'aménagement de la ZAC a été modélisé à partir du plan d'épannelage au format DWG en 3 dimensions, fourni par la Société EPAMARNE / EPAFRANCE.

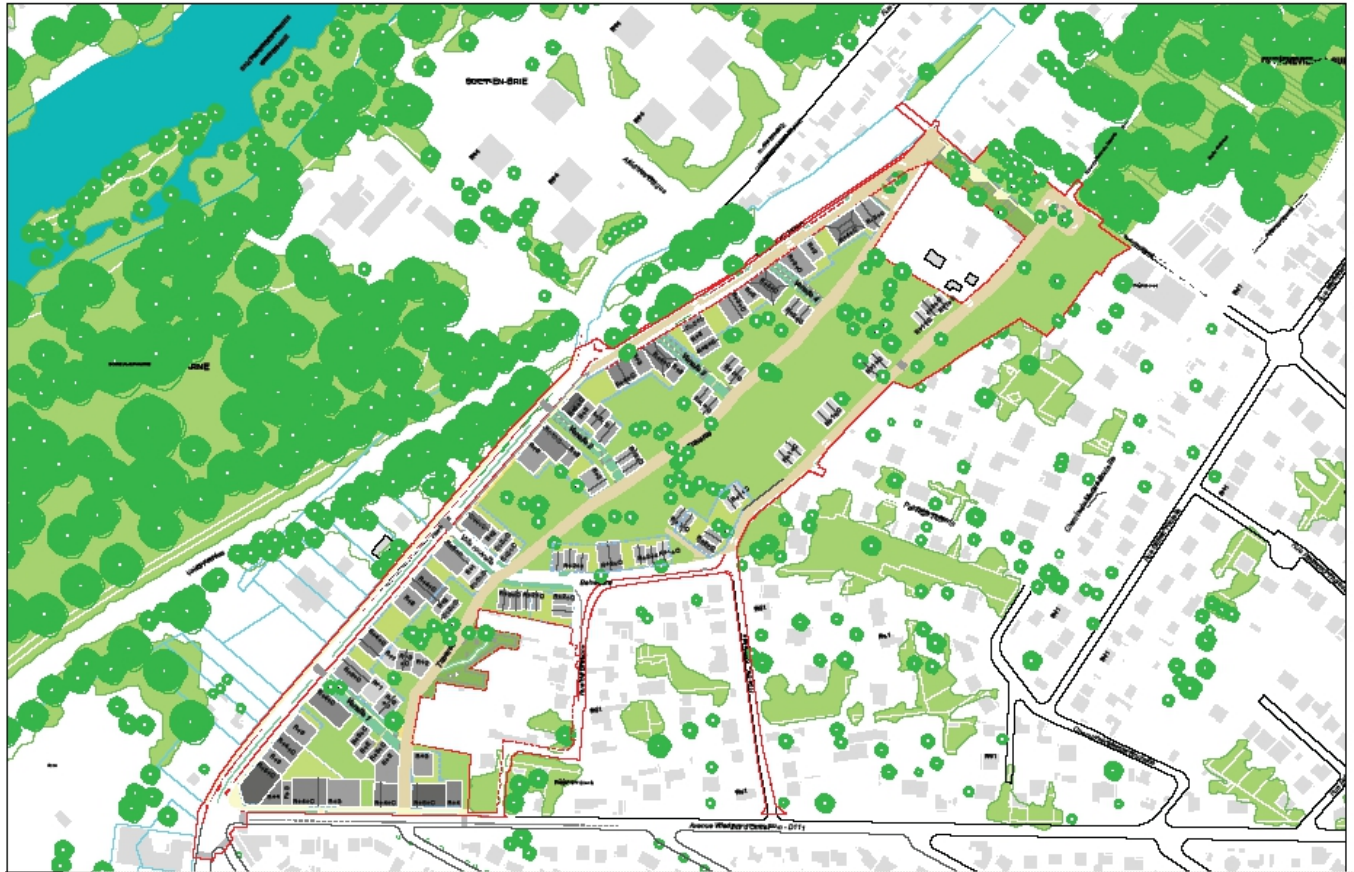


Figure 7- Plan d'aménagement de la ZAC d'Ormesson

Les bâtiments d'habitation sont modélisés à titre indicatif selon les indications fournies par la Société EPAMARNE / EPAFRANCE, soit :

- avec des façades directement en limite des lots,
- en bordure des autres voies.

6.4 - Impact des nouvelles infrastructures

6.4.1. Présentation des résultats

Les pages suivantes présentent les résultats de la simulation de la situation à terme (horizon 2035), correspondant à la contribution sonore de toutes les infrastructures (nouvelles et existantes) en façade des nouveaux bâtiments d'habitation de la ZAC.

Les niveaux sonores calculés correspondent à la contribution sonore des voies nouvelles seules pour les périodes réglementaires (6 h – 22 h) et (22 h – 6 h) (repérage de ces voies en jaune, orange et rouge sur le plan ci-contre).

Les résultats sont donnés pour les périodes réglementaires jour (6 h – 22 h) et nuit (22 h – 6 h) sous la forme de :

- cartes d'étiquettes des niveaux de bruit en façade ;
- cartes de courbes isophones calculées à 5 m de hauteur, permettant la visualisation rapide des niveaux de bruit sur l'ensemble du secteur. La hauteur de 5 m correspond en moyenne à un récepteur au 1er étage.

Les niveaux sonores supérieurs à 65 dB(A) sur la période (6 h – 22 h) et supérieurs à 60 dB(A) sur la période (22 h – 6 h) sont repérés respectivement en orange sur les cartes d'étiquettes.

Ces seuils correspondent aux valeurs maximales permettant d'obtenir un niveau de bruit à l'intérieur des pièces principales inférieur ou égal à 35 dB(A) en période diurne et à 30 dB(A) en période nocturne, pour un isolement $D_{nT,A,tr}$ de 30 dB :

Niveau résultant intérieur = Niveau extérieur en façade – Isolement $D_{nT,A,tr}$.

Rappel : L'isolement $D_{nT,A,tr}$ doit être au minimum de 30 dB pour les nouveaux bâtiments d'habitation, quels que soient les niveaux sonores en façade (article 7 de l'arrêté du 30 mai 1996).

Les points récepteurs ont été disposés aux emplacements stratégiques ;

- Récepteurs au niveau des lots face à la D111
- Récepteurs au niveau des lots face à la D124
- Récepteurs le long de la rue Poitevin
- Récepteur en façade des habitations proche de la voie ferrée

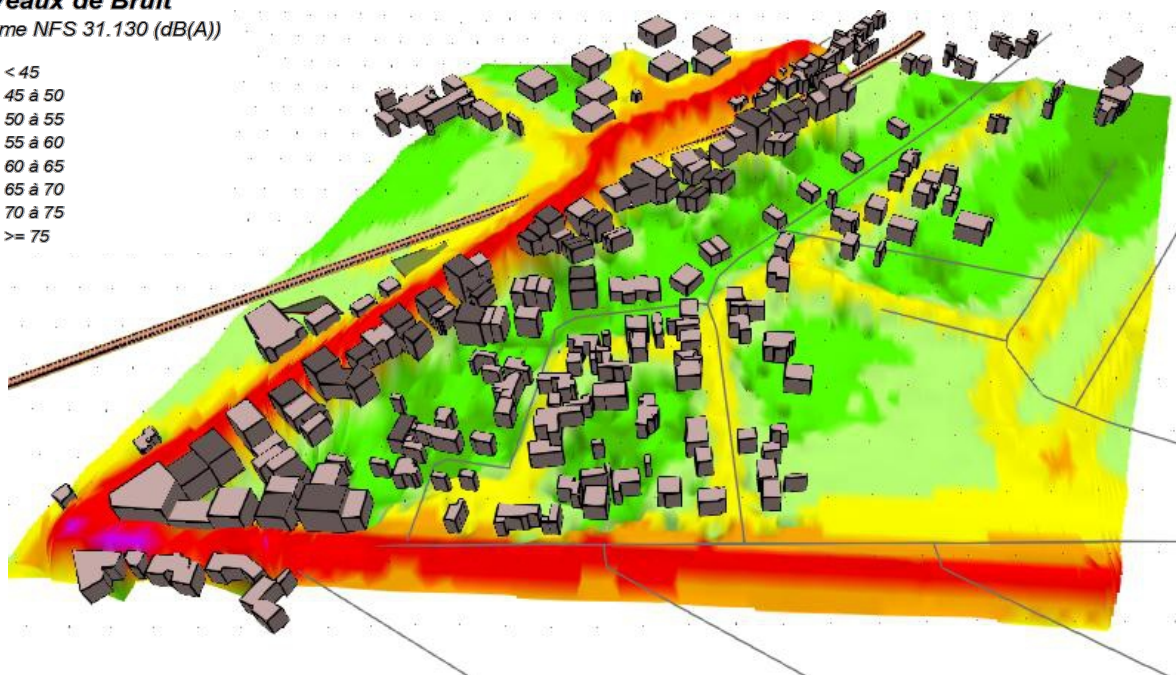
Les résultats de calcul montrent que les niveaux sonores sont supérieurs aux seuils réglementaires en façade des bâtiments d'habitation situés aux abords de la D111 et D124.

Pour les bâtiments, la mise en œuvre de protections acoustiques doit donc être étudiée afin de satisfaire aux exigences de la réglementation relative à la création d'infrastructures nouvelles.

**CAPTURE 3D DES NIVEAUX – ZAC ORMESSON
SITUATION PROJETEE
Niveaux LAeq en dB(A) – Jour (6h – 22h)**

Niveaux de Bruit
Norme NFS 31.130 (dB(A))

- < 45
- 45 à 50
- 50 à 55
- 55 à 60
- 60 à 65
- 65 à 70
- 70 à 75
- >= 75



**CAPTURE 3D DES NIVEAUX – ZAC ORMESSON
SITUATION PROJETEE
Niveaux LAeq en dB(A) – Nuit (22h – 6h)**

Niveaux de Bruit
Norme NFS 31.130 (dB(A))

- < 45
- 45 à 50
- 50 à 55
- 55 à 60
- 60 à 65
- 65 à 70
- 70 à 75
- >= 75

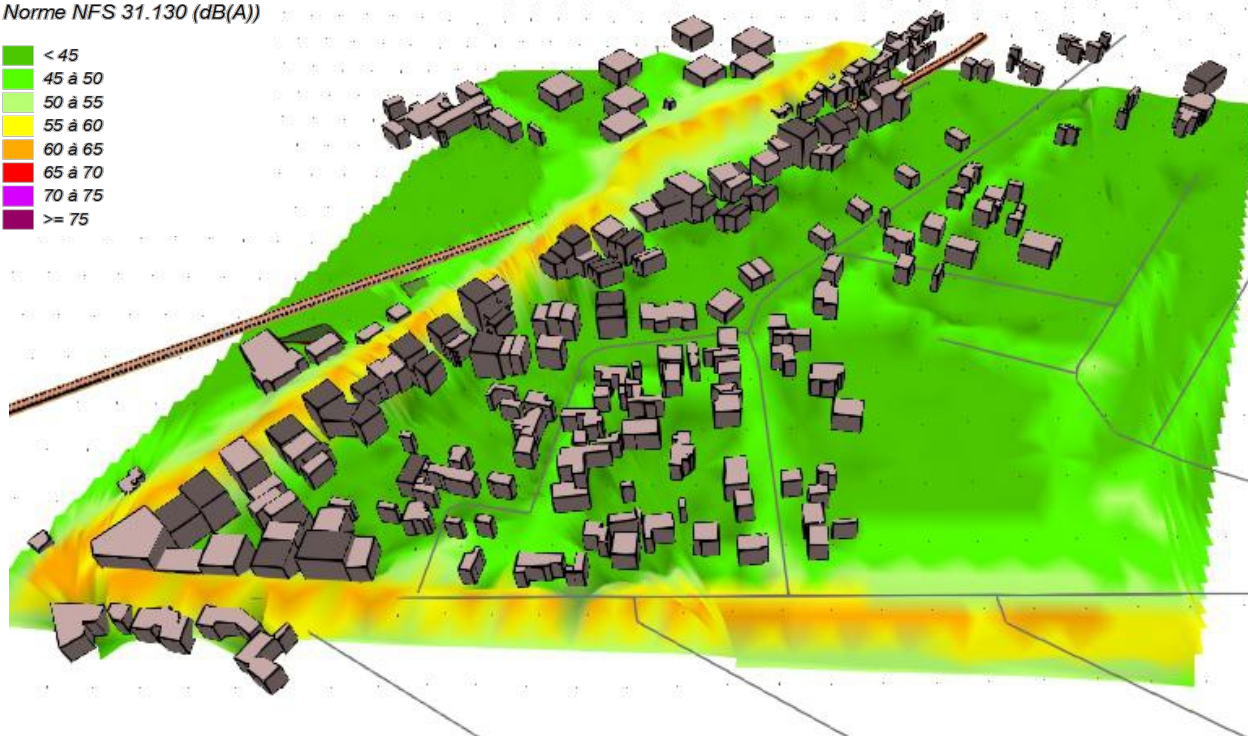
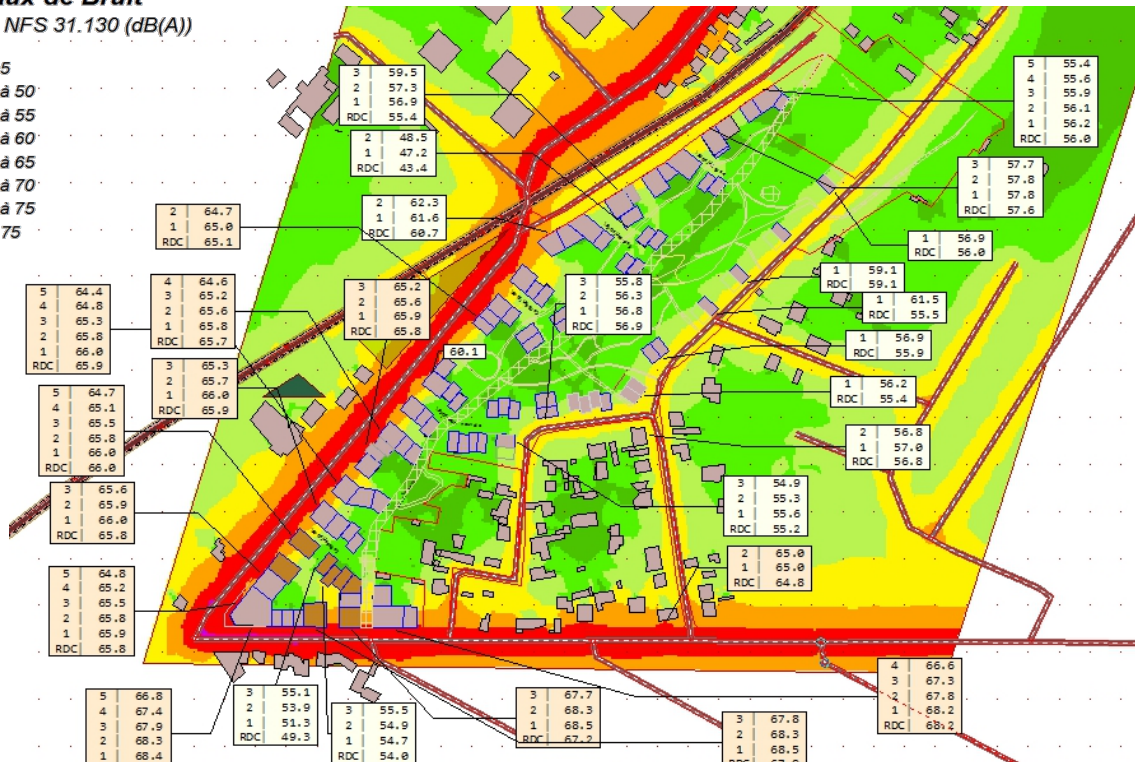
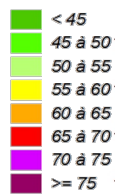


Figure 8- CARTOGRAPHIE 3D - ETAT PROJETE 2035

NIVEAUX EN FACADE – ZAC ORMESSON
SITUATION PROJETEE
Niveaux LAeq en dB(A) – Jour (6h – 22h)

Niveaux de Bruit
 Norme NFS 31.130 (dB(A))



NIVEAUX EN FACADE – ZAC ORMESSON
SITUATION PROJETEE
Niveaux LAeq en dB(A) – Nuit (22h – 6h)

Niveaux de Bruit
 Norme NFS 31.130 (dB(A))

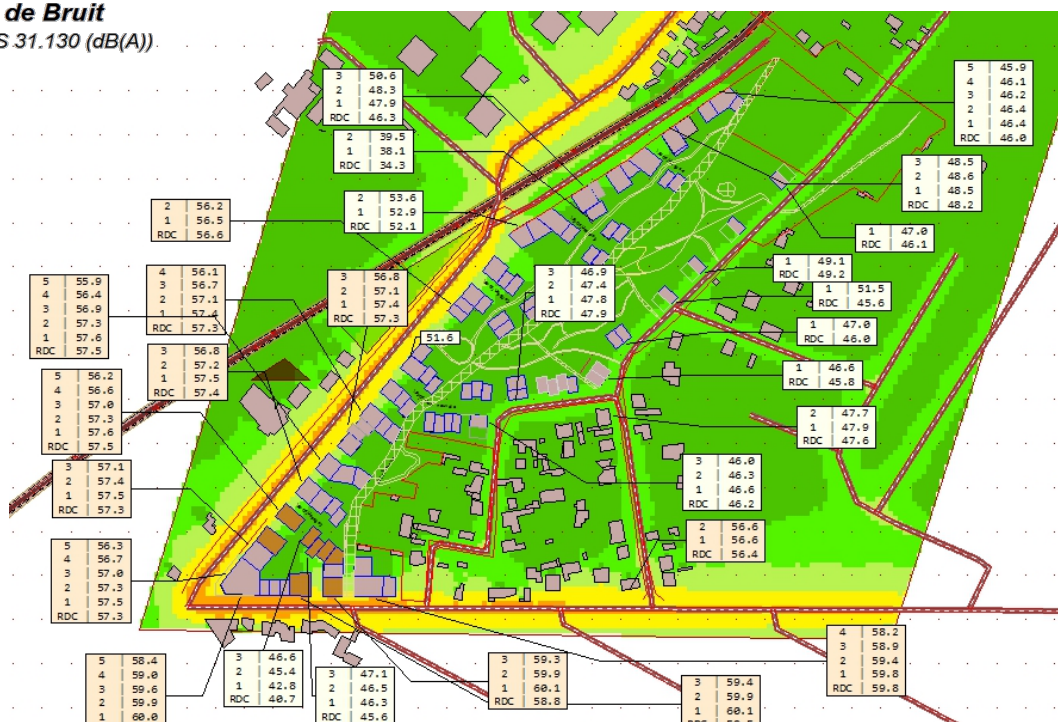
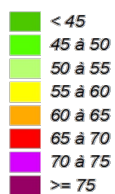


Figure 9- CARTOGRAPHIE ETAT PROJETE 2035

6.4.2. Préconisations

Dans le cadre de la création d'infrastructures nouvelles, la réglementation impose de privilégier les protections acoustiques à la source dans le cas où les seuils réglementaires ne seraient pas respectés en façade des habitations existantes.

Dans le cadre du projet de la ZAC d'Ormesson, les bâtiments d'habitation à protéger sont situés en bordure directe des nouvelles voies, ce qui ne permet pas la mise en oeuvre d'écrans acoustiques ou de merlons. Ces bâtiments devront donc bénéficier d'un traitement de façade.

L'isolement acoustique après travaux, arrondi au dB(A) près, devra répondre aux deux conditions suivantes :

- $DnT_{A,tr} \geq LA_{eq} \text{ calculé en façade} - \text{Objectif en façade} + 25$,
- $DnT_{A,tr} \geq 30 \text{ dB(A)}$.

Il devra être de 30 dB pour l'ensemble des bâtiments concernés, sauf pour les bâtiments (repérés en violet) pour lesquels il devra être compris entre 32 et 35 dB selon l'étage.

La nature des travaux de traitement de façade, leur nombre ainsi que leur coût, seront déterminés sur la base d'un diagnostic de l'isolement existant pour chacun des bâtiments concernés.

NOTA : Il peut arriver que les fenêtres existantes permettent déjà d'atteindre l'objectif d'isolement, notamment pour les bâtiments très récents concernés par les protections.
Aucun traitement acoustique n'est alors à mettre en oeuvre.
Dans ce cas, un accompagnement des riverains à travers une campagne d'information et de concertation sera nécessaire, afin de permettre une meilleure acceptation du projet, notamment en ce qui concerne son impact acoustique.

6.4.3. Analyse des résultats pour les nouveaux bâtiments

L'analyse suivante est réalisée pour la période diurne (6 h – 22 h). En effet, la différence entre les niveaux sonores diurnes et nocturnes est supérieure à 5 dB(A) : si les objectifs réglementaires sont respectés le jour, ils le seront systématiquement la nuit.

Comme le montre les figures 8 & 9, en façade des futurs bâtiments d'habitation de la ZAC, les niveaux sonores seront supérieurs à 65 dB(A) de jour et/ou supérieurs à 60 dB(A) de nuit, en particulier en bordure de la D111 et de la D124. **Un isolement de façade supérieur à 30 dB devra donc être prévu pour les bâtiments correspondant.** Par ailleurs, l'utilisation du masquage naturel de la butte par des remblais de terre le long de la D111 et de la D124, permettrait de réduire de façon non négligeable les niveaux en façade.

Ces solutions complémentaires sont développées dans les chapitres suivants.

En bordure des voies secondaires, les niveaux de bruit seront inférieurs à ces valeurs : **l'isolement $DnT_{A,tr}$ minimal de 30 dB à prévoir pour les nouvelles habitations permettra le respect du niveau sonore autorisé à l'intérieur des logements, soit 35 dB(A) de jour et 30 dB(A) de nuit.**

L'objectif d'isolement $DnT_{A,tr}$ par façade figure sur le plan figure 10, en limite des lots définis par le plan d'épannelage.

Pour tous les autres nouveaux logements, l'objectif d'isolement minimal est de 30 dB.

En cas de volonté d'homogénéisation des traitements, l'objectif d'isolement sera de 32 dB pour l'ensemble des façades repérées en violet, de 35 dB pour celles repérées en rose et de 37 dB pour celles repérées en marron.

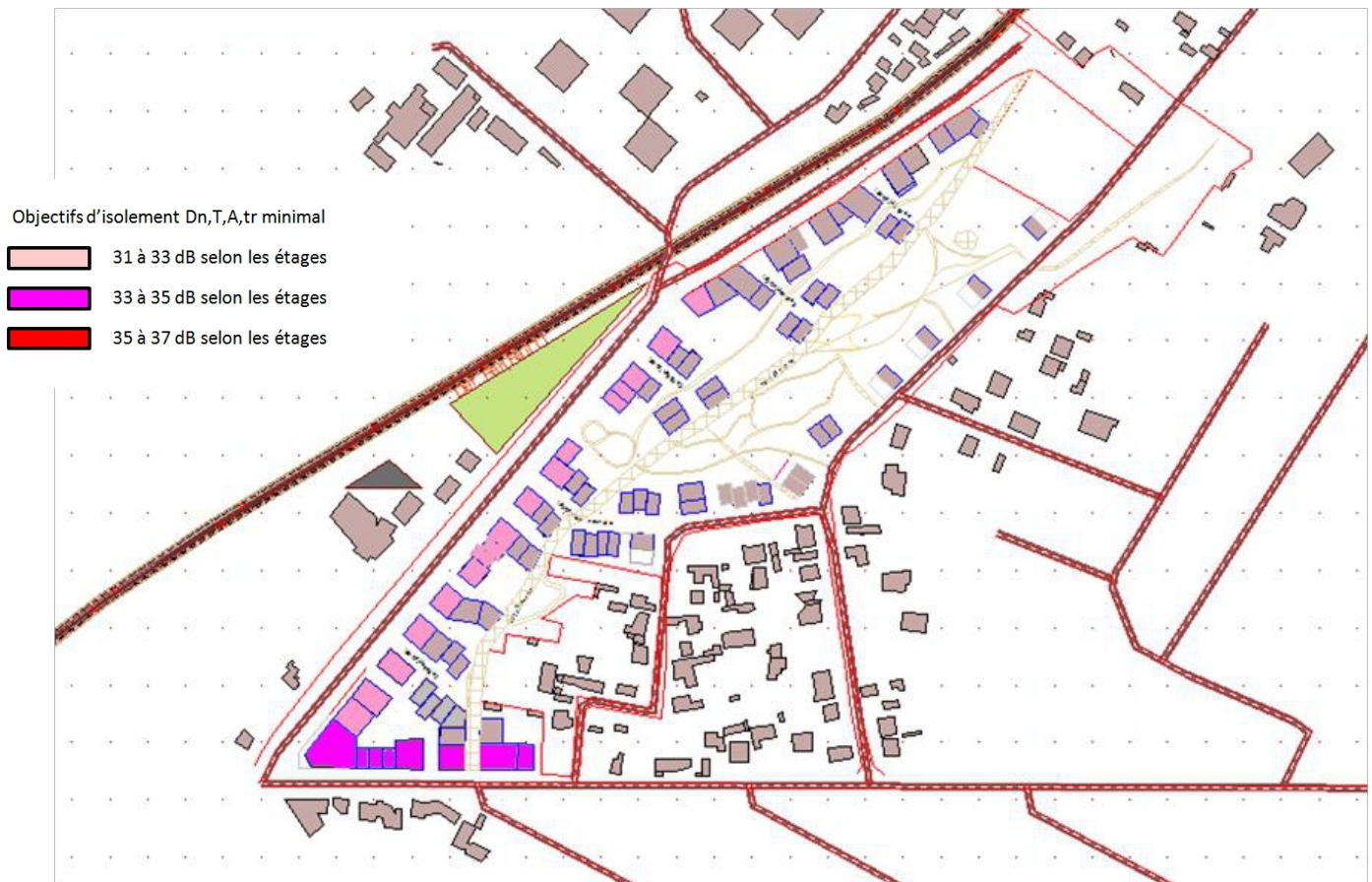


Figure 10- Repérage des futurs bâtiments pour lesquels l'objectif d'isolement est supérieur à 30 dB

Ces objectifs sont calculés pour des bâtiments d'habitation modélisés à titre indicatif selon les indications fournies par la Société EPAMARNE / EPAFRANCE, en limite des lots (retrait de 3 m minimum en bordure de la D111 et D124).

Les préconisations suivantes pourront être étudiées lors de l'élaboration du plan d'aménagement détaillé, permettant d'aller au-delà des exigences réglementaires concernant l'isolement acoustique des nouveaux bâtiments :

- création d'espaces calmes à l'intérieur de chaque lot par une construction des bâtiments à la périphérie du lot,
- réduction des nuisances sonores à l'intérieur des logements : les pièces à vivre (chambres et séjours notamment) ne sont pas orientées du côté des infrastructures routières, lorsque le plan d'aménagement et l'orientation des bâtiments le permettent.

La butte pourrait être exploitée comme protection acoustique, car outre son aspect esthétique, elle peut présenter de nombreux avantages en terme de masquage acoustique.

En effet, la butte de terre limite les réflexions vers les bâtiments situés de l'autre côté de la voie ; de plus elle peut souvent être exécutée avec les terres excédentaires du terrassement et, de ce fait, contribuer à une importante économie en évitant leur transport et leur mise à la décharge.

L'efficacité d'une butte de terre est comparable à celle d'un écran vertical, en considérant que cet écran est situé au droit de l'arête masquant de la manière de la plus importante la visibilité (figure 16).

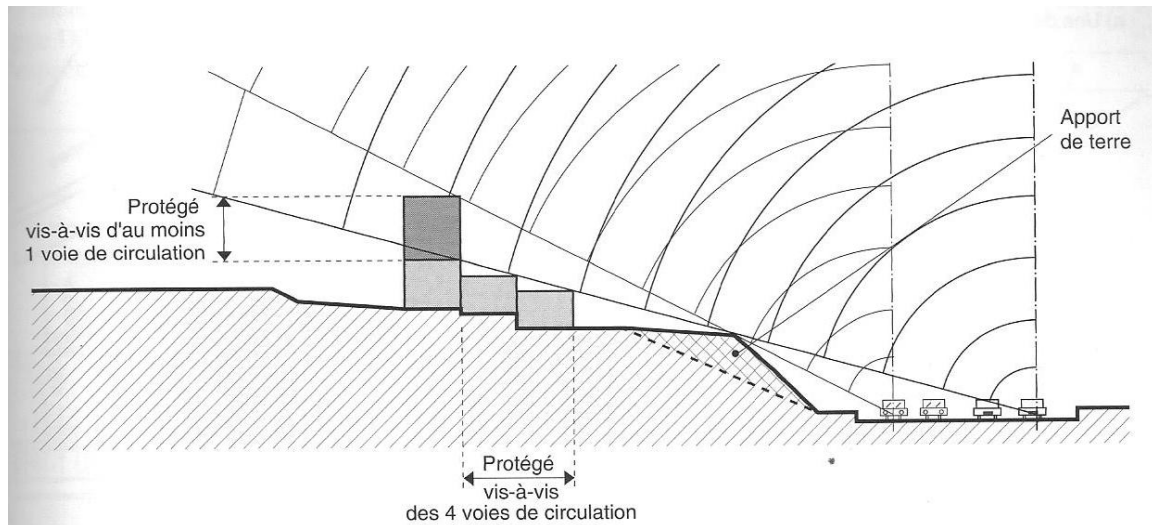


Figure 16- Protection des bâtiments par un apport de terre ou l'exploitation d'une butte existante

Le bâtiment peut lui-même protéger une partie de ses locaux en formant son propre écran. Pour cela il est souhaitable de disposer les pièces de nuit vers les façades les moins exposées au bruit si, bien entendu cette contrainte est compatible avec l'ensoleillement et la vue (Figures 18-19). A Vienne, des logements situés au carrefour de la voie ferrée Paris-Marseille et d'une voie à grande circulation ont été protégés ainsi. Des espaces tampons ont été créés soit à l'extérieur des logements (coursives), soit à l'intérieur de ceux-ci (entrées, escaliers, cellier et sanitaire). De plus différents dispositifs, tels des parkings et des circulations, jouent un rôle d'écrans anti-bruit complémentaires sur les pignons du bâtiment

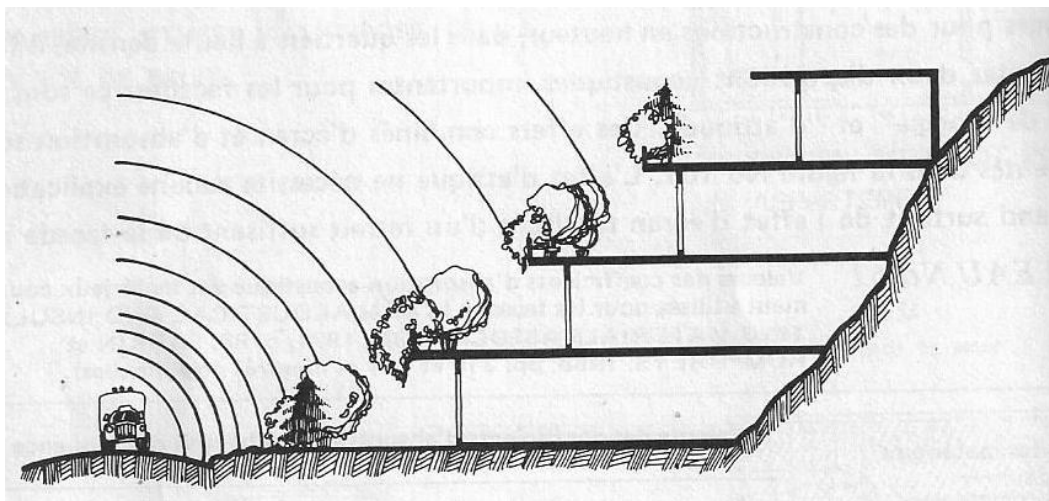


Figure 17- Effet d'attique

L'effet d'attique figure 17 ne nécessite aucune explication, il dépend surtout de l'effet d'écran résultant d'un retrait suffisant de la façade par rapport au mur d'appui (LAUBER, 1976).

Enfin, les balcons peuvent également apporter quelquefois une diminution du bruit à l'intérieur des appartements à condition que la visibilité de la source sonore soit interrompue sur toute la surface de la baie, que les garde-corps soient pleins et que la sous face du balcon de l'étage supérieur comporte un revêtement absorbant (Figure 19)

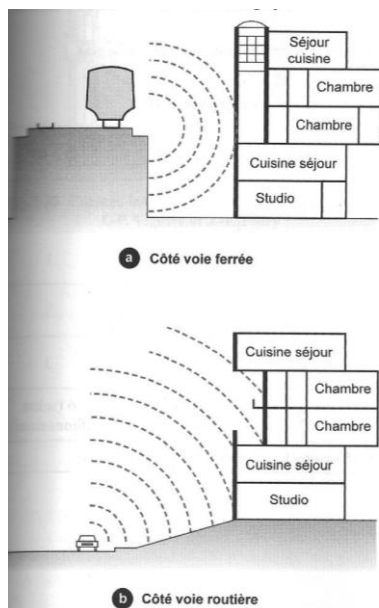


Figure 18- Immeuble réalisé par P.Cheemetov à Vienne (Isère)

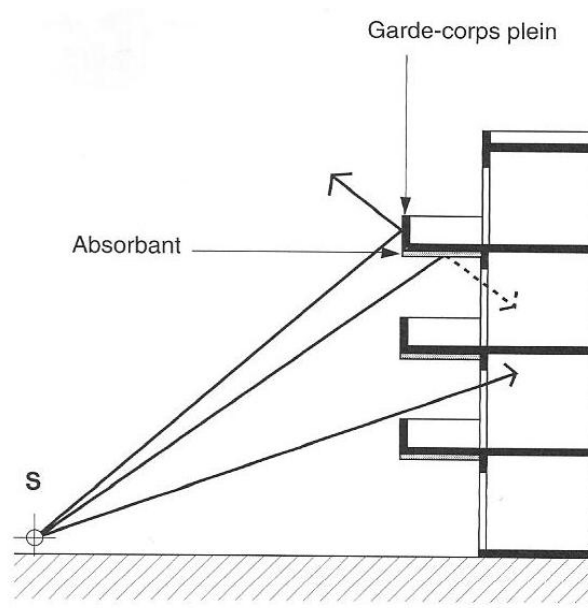


Figure 19- Augmentation de l'isolement par la présence de balcons et de loggias

6.4.5. Changement d'enrobé

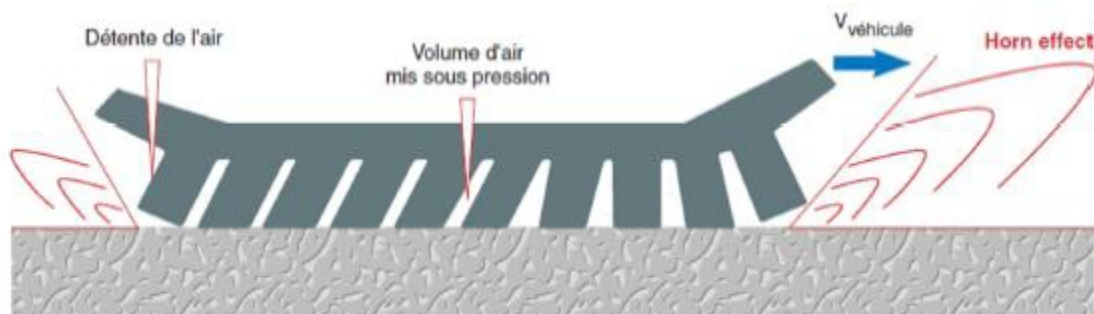
Dans certaines situations, les revêtements de chaussée peu bruyants pourraient être une alternative aux protections de type écran ou à l'isolation acoustique des façades. Ils permettent un gain acoustique de l'ordre de 3 à 5 dB(A) par rapport à un revêtement traditionnel en bon état et constituent un moyen d'action au niveau de la source, donc susceptible d'influencer les niveaux sonores à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments.

Le bruit généré par un véhicule est essentiellement formé de deux composantes :

- Le bruit mécanique, qui varie en fonction du régime moteur ;
- Le bruit de roulement (contact pneumatique-chaussée), qui croît avec la vitesse.

Le bruit de contact pneumatique-chaussée est influencé à la fois par les caractéristiques du pneumatique (type et état) et par les caractéristiques du revêtement de chaussée (type et état). Plus précisément le bruit de contact pneumatique-chaussée est généré par deux processus :

- un phénomène vibratoire, qui se produit essentiellement dans le domaine des basses fréquences, dû à l'impact du pneumatique sur les granulats de surface du revêtement, à la déformation de la zone de contact pneumatique/chaussée et à la rupture d'adhérence ; le bruit généré est d'autant plus important que les granulats composants le revêtement sont de grande dimension « D » ;
- la résonance de l'air, générée par la compression/détente de l'air piégé dans les alvéoles non communicantes en périphérie du pneumatique (effet « coin d'air » ou « horn effect »). Elle contribue au bruit pneumatique-chaussée essentiellement dans le domaine des hautes fréquences. Ce phénomène est minimisé lorsque le revêtement comporte des vides communicants.



Résonance et amplification du bruit du contact pneu-chaussée

Dans des conditions de circulation fluides, pour un VL roulant à allure stabilisée sur un revêtement en béton bitumeux « classique », le bruit de roulement devient prépondérant aux environs de 50-60 km/h. Le revêtement n'aura par conséquent d'influence, dans le cas général, que sur les routes où les vitesses sont supérieures à ces valeurs.

Types d'enrobés en fonction de l'efficacité pour la réduction du bruit:

- Enrobé drainant (cas spéciaux) : -4 db(A)
- Enrobés grenus (EG) : -2,5 db(A)
- SMA (Mediflex, etc) : -1 db(A)
- Enrobé dense (EB et ESG) : 0 db(A)
- Béton; +2 db(A)

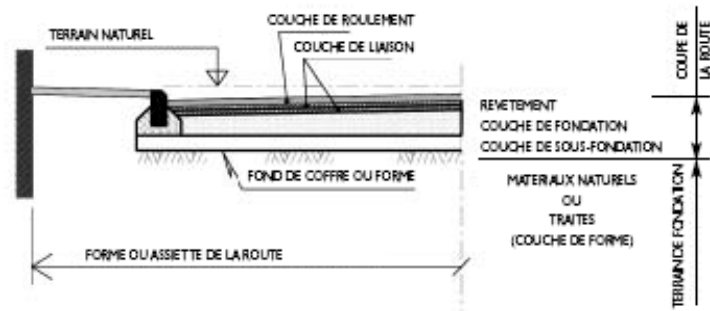


Figure 24- Parties du corps de la chaussée

Pour informations, les dernières études menées par le LCPC pour la mise à jour des abaques d'émissions sonores des véhicules donnent les résultats suivants :

- Automobile, quelle que soit la pente de la route à vitesse stabilisée : l'effet du revêtement se fait ressentir à partir de 30 km/h quel que soit le revêtement
- Automobile, route horizontale en accélération : l'effet du revêtement apparaît à partir de 55 km/h ;
- Automobile, route horizontale en décélération : l'effet du revêtement apparaît à partir de 35 km/h ;
- Poids lourds, quelles que soit les conditions : l'effet du revêtement se fait ressentir à partir de 60 km/h.

Aussi la mise en oeuvre de revêtements de chaussée peu bruyants reste pertinente pour des vitesses élevées (boulevard périphérique et autres voies rapides urbaines (VRU)) et en complément d'autres actions.

Cette solution n'a donc qu'un impact limité sur l'exposition des bâtiments en milieu urbain (vitesse inférieure à 50 km/h), surtout si elle n'est pas accompagnée par une réflexion sur la stabilisation de la vitesse (pas d'accélération ni de décélération).

De plus, les performances acoustiques des revêtements routiers ne sont pas pérennes. En effet, ces revêtements de chaussée sont soumis de façon régulière aux intempéries, à l'agression et à l'usure du trafic, leurs performances acoustiques évoluent donc au cours du temps. Actuellement les données disponibles relatives à l'évolution acoustique des revêtements dans le temps sont en nombre encore limité et présentent des tendances contradictoires. A partir des éléments disponibles on peut cependant constater les points suivants :

- pour les revêtements poreux, le gain acoustique dû au phénomène d'absorption, peut tendre à s'atténuer avec le temps, quel que soit le trafic. Cet effet est plus important dans les sites soumis à une pollution permanente (poussières, végétaux, glaise, etc) ou chronique (salage). Toutefois certains sites présentent un maintien satisfaisant des performances acoustiques pour des planches âgées de 4 à 5 ans.
- pour les revêtements fermés, on assiste à une mise à plat et à un polissage des granulats de surface.

Ces phénomènes tendent à limiter la production d'énergie sonore. Les caractéristiques acoustiques des revêtements fermés à faible granularité ne semblent pas évoluer de façon significative dans le temps.

Enfin, l'état des revêtements des routes est également un paramètre significatif par rapport au bruit, le revêtement le plus bruyant étant les pavés.

Certains industriels produisent des enrobés permettant de réduire le bruit de roulement pour des vitesses à partir de 40 km/h (Nanophone de EIFFAGE-TP, Nanosoft de COLAS).

6.4.6. Aménagements routiers

Les aménagements routiers sont principalement mis en place pour répondre à une problématique de sécurité routière.

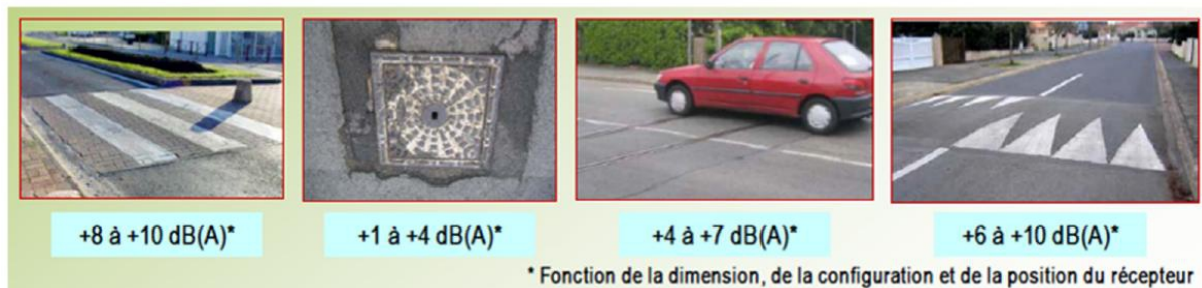
On peut les séparer selon les typologies suivantes :

- Aménagements isolés (type ralentisseurs)
- Décrochements de voies (type chicane)
- Les modifications de carrefours (carrefours à feux transformés en giratoire)

Les aménagements isolés regroupent les ralentisseurs à franchir tels que les bandes rugueuses, dos d'âne, coussin berlinois ou plateau surélevé.

Ces aménagements réalisés seuls augmentent le niveau de bruit au passage des véhicules légers pour des vitesses circulées de l'ordre de 30 km/h. Ils modifient l'allure du véhicule en créant une zone de décélération et d'accélération.

Leur performance acoustique est donnée ci-dessous :



Exemples d'aménagements isolés et augmentation du niveau de bruit au passage associé
(source LCPC)

Les coussins berlinois restent un des aménagements ponctuels de sécurité le moins impactant au niveau du bruit car les poids-lourds, autobus et 2 roues motorisés peuvent le franchir sans ralentir (pas de phase de ralentissement et accélération pénalisante) et le franchissement par les véhicules légers se fait de manière fluide par le biais des descentes et montées lisses.

6.4.7. Actions sur la gestion des trafics

Les actions curatives sur la gestion des trafics consistent notamment à identifier les problèmes de saturation de voies et les causes associées.

Nous distinguerons ici les problèmes de saturations de voies liés au débit de véhicules des problèmes de saturation liés à des encombrements ponctuels (livraisons par exemple).

Les actions permettant de réduire le nombre de véhicules sont nombreuses mais ne peuvent être qu'incitatives. On retrouve notamment les développements de l'offre de mode de transports doux alternatifs, ou du covoiturage, couplés au plan de circulation.

Certaines actions peuvent être plus incitatives (du type pollueur-payeur), telles que les péages urbains de zones déjà expérimentés à Londres, Milan, Stockholm, Oslo ou Singapour.

Concernant la saturation des voies liées à des encombrements ponctuels, les actions envisagées sont liées aux offres de stationnement disponibles.

La planification horaire des livraisons ou ramassage de déchets participe aussi de la fluidification des trafics concernés.

Les conséquences sur le niveau de bruit sont difficiles à quantifier. On sait qu'en divisant par 2 le trafic, on diminue les niveaux de bruit de 3 dB(A). Cependant, cette diminution n'est observable qu'à vitesse équivalente, or en diminuant le trafic, on observe bien souvent une augmentation de la vitesse (jusqu'aux valeurs réglementaires) qui peut compenser le gain obtenu par la diminution du trafic. De plus, la saturation acoustique d'une voie est atteinte avant la saturation physique, et le niveau de bruit global diminue lorsque la voie est embouteillée (hors bruit de comportement).

Afin d'avoir une efficacité sur les niveaux de bruit, les actions sur la gestion des trafics doivent donc être étudiées et mises en cohérence avec les diminutions de vitesse autorisée, le plan de circulation et les plans de livraisons ou de collecte des déchets.

Tous ces leviers sont étudiés et gérés de manière centralisée dans le Plan de Déplacement Urbain (PDU) qui définit notamment « les principes de l'organisation des transports de personnes et de marchandises, de la circulation et du stationnement, dans le périmètre de transports urbains ». Il apparaît primordial d'étudier les propositions pertinentes du PDU sous l'angle de l'impact sur le bruit afin d'atteindre les objectifs fixés.

D'autres outils sont à la disposition des services de gestion de trafic, à savoir les ondes vertes et les contrôleurs automatiques de vitesse (radar).

Les ondes vertes consistent à synchroniser les feux afin qu'un flot de véhicules roulant à une vitesse choisie rencontre systématiquement des feux au vert. Le trafic est fluidifié et la vitesse est stabilisée, le niveau de bruit est donc optimisé. Le gain observé après mise en place d'une onde verte sur un boulevard de 1 200 m avec 3 feux est de 0 à -4 dB(A) suivant la position du microphone le long de l'onde verte (source LCPC).

Les contrôleurs automatiques de vitesse ont un effet sur le comportement des conducteurs, qui respectent la vitesse réglementaire.

6.4.8. Améliorations technologiques sur les véhicules

Il s'agit de la préoccupation continue des constructeurs automobiles, des équipementiers et des fabricants de pneumatiques. Depuis 1970, le niveau sonore des véhicules légers (essence ou diesel) a ainsi diminué de 8 dB(A). Aujourd'hui, l'évolution probable de la motorisation thermique vers l'hybridation (électrique/thermique) semble constituer une avancée en termes de réduction des émissions sonores.

Concernant les poids lourds, les innovations technologiques ont permis une diminution des émissions sonores de l'ordre de 11 dB(A) en 35 ans.

Des projets d'innovations pilotés au niveau européen et regroupant notamment les principaux constructeurs automobiles permettent d'approfondir les recherches, connaissances et expérimentations sur la réduction de l'émission sonore des moteurs des véhicules.

Des directives européennes précisent de plus les niveaux de bruit limites admissibles pour les automobiles, les poids lourds et les 2 roues motorisés.

Les nouvelles technologies de motorisation permettent de diminuer l'impact sonore des véhicules. On retrouve notamment les bus GNV (Gaz Naturel pour Véhicules), les véhicules hybrides voire électriques.

Ces nouvelles technologies permettent de réduire considérablement le bruit moteur.

6.4.9. Traitement du bruit ferroviaire

Le bruit au passage d'un train est composé du bruit de roulement, du bruit des équipements auxiliaires, et - à grande vitesse - du bruit aérodynamique.

Le bruit de roulement constitue la source principale du bruit ferroviaire dans la gamme des vitesses de circulation classiques jusqu'à 300 km/h.

Le bruit est créé par une excitation mécanique provoquée par la présence d'imperfections géométriques réparties périodiquement sur la surface de roulement conjointement sur la roue et le rail. Cette excitation de type déplacement imposée est désignée de manière impropre sous le terme de « rugosité ».

L'énergie mécanique induite par cette excitation est dissipée essentiellement par déformation élastique des composants du système roue-rail-traverse, induite par leur mise en vibration.

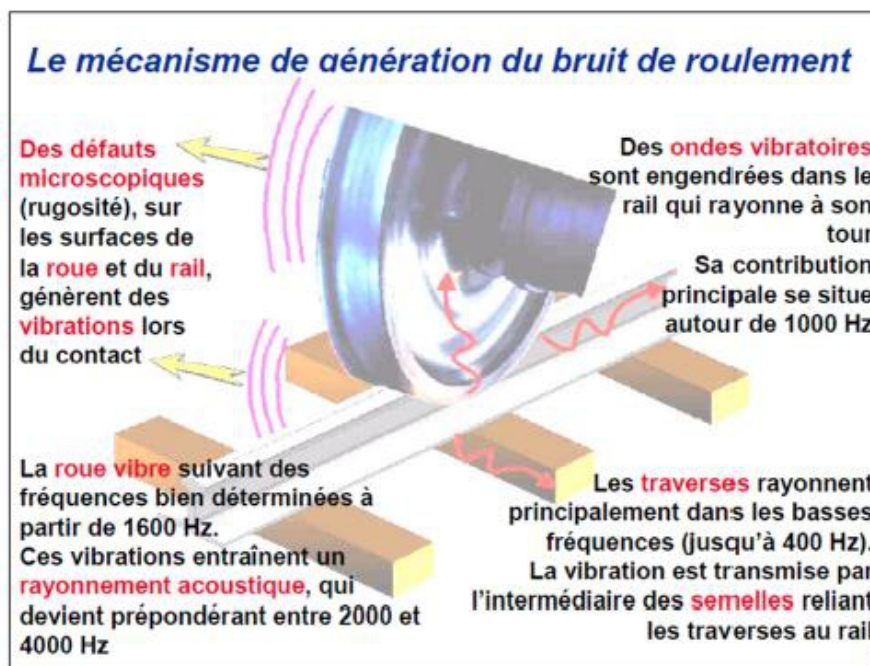


Illustration du mécanisme de génération du bruit de roulement (source SNCF)

Le bruit d'origine aérodynamique est un des enjeux techniques d'une exploitation aux très grandes vitesses, au-delà de 320 km/h dans les configurations connues à ce jour.

Enfin, le bruit associé aux sources mécaniques, comme les ventilateurs et les moteurs de traction, les mécanismes de crissement au freinage ou en courbe ou encore les ponts métalliques. Pour ce qui concerne le bruit de traction (ventilateurs, bruit des auxiliaires...), il relève des compétences de conception des constructeurs, au travers de spécifications techniques passant pas des critères plus rigoureux, l'optimisation des composants faisant abstraction des caractéristiques d'interface voie-matériel.

En France, RFF (Réseau Ferré de France) gère le réseau ferroviaire et notamment les infrastructures (ballasts, traverses et rails) qui sont parties prenantes dans l'émission sonore au passage d'un train.

La principale entreprise ferroviaire française reste la SNCF, qui gère le matériel roulant.

Les constructeurs sont des sociétés privées telles qu'Alstom, Bombardier ou Siemens.

La source de bruit ferroviaire doit donc être observée et étudiée comme un ensemble intégré matériel roulant+ infrastructure.

Amélioration de l'infrastructure

Réduire les aspérités (contact rail/roue)

Le meulage préventif des rails permet de réduire les aspérités du rail et donc le bruit du contact rail/roue.

L'efficacité de cette action est liée à l'état de dégradation de l'aspect des rails, mais aussi de la surface des roues du matériel roulant en contact avec le rail.

Cette action est donc à mettre en relation avec le remplacement des sabots de frein en fonte par des semelles de freinage composite, permettant de moins dégrader l'aspect lisse de la surface des roues en contact avec le rail lors du freinage.

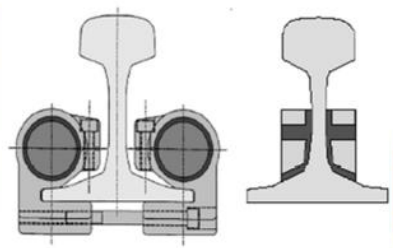
L'effet de gain acoustique de ces actions combinées est surtout visible sur la gamme des vitesses de circulation allant de 40 à 300 km/h pour lesquelles le bruit généré par le contact roue/rail est dominant par rapport aux autres sources d'émission.

Concernant le meulage des voies, les gains constatés varient entre -1 et -3 dB(A), et sont localisés au niveau des opérations de meulage. Pour le changement des sabots de frein fonte par des semelles composite, le gain constaté évolue entre -8 et -10 dB(A), et ce sur la totalité du réseau parcouru par le train en question.

Absorber les vibrations du rail

Il est possible de réduire les vibrations du système rail-traverses excité par le passage d'un train en mettant en place des absorbeurs sur les rails. Ces dispositifs renforcent la capacité naturelle d'absorption de l'énergie vibratoire de la voie, et réduisent sa contribution sonore, notamment aux plus faibles vitesses.

- Une voie silencieuse est aussi nécessaire à la réduction efficace du bruit des trains
- Les absorbeurs de vibrations permettent de réduire sa contribution sonore
- Ils sont une alternative possible à la pose de murs antibruit



Absorbeur de vibrations sur rail (source SNCF)

Cette action est donc à mettre en relation avec la mise en place d'absorbeurs sur les roues des matériels roulants.

Le gain constaté par la mise en place d'absorbeur sur rail est de l'ordre de -3 dB(A). Concernant la mise en place d'absorbeurs sur roue, le gain observé est voisin de -2 dB(A).

6.4.10 Objectif d'isolement de façade

Les préconisations développées dans ce paragraphe sont indicatives et visent à donner des exemples de solutions permettant d'atteindre les isollements de façade requis.

Elles ont été réalisées à l'aide du logiciel ACOUSPAROIS développé par MAPSON et sur la base d'une pièce de 3 m*4 m ayant une surface vitrée de 5 m².

La composition des vitrages est donnée à titre d'exemple, seule la valeur « $R_w + C_{tr}$ » donnée par un Procès-Verbal d'essai acoustique permettra de garantir l'isolement.

6.4.10.1 Objectif d'isolement à 35 / 37 dB

Façade opaque

Les façades opaques seront de type blocs de béton plein de 20 cm minimum et doivent présenter un indice d'affaiblissement acoustique minimum de $R_w + C_{tr} > 60$ dB. Dans le cas contraire un doublage complémentaire BA13 sur ossature avec laine de roche de 45 mm minimum devra être ajouté.

NB : Les doublages intérieurs à base de polystyrène non élastifiés sont à proscrire.

Menuiserie

Les fenêtres et les portes-fenêtres seront équipées de double vitrage comportant un feuilleté acoustique type 44.2/12/8 ou équivalent présentant un indice d'affaiblissement acoustique minimum de $R_w + C_{tr} > 38$ dB.

Entrée d'air

Les entrées d'air placées sur les menuiseries devront avoir un auvent acoustique.
Performance minimum : $D_{n,ew} + C_{tr} \geq 43$ dB.

Coffre de volets roulants

Les coffres de volets roulants devront être isolés et avoir une performance minimum de :
 $D_{n,e,w} + C_{tr} > 50$ dB.

6.4.10.2 Objectif d'isolement à 32 / 33 dB

Façade opaque

Les façades opaques seront de type blocs de béton plein de 20 cm minimum et doivent présenter un indice d'affaiblissement acoustique minimum de $R_w + C_{tr} > 60$ dB. Dans le cas contraire un doublage complémentaire BA13 sur ossature avec laine de roche de 45 mm minimum devra être ajouté.

NB : Les doublages intérieurs à base de polystyrène non élastifiés sont à proscrire.

Menuiserie

Les fenêtres et les portes-fenêtres seront équipées de double vitrage asymétrique de type 4/10/10 ou équivalent présentant un indice d'affaiblissement acoustique minimum de $R_w + C_{tr} > 33$ dB.

Entrée d'air

Les entrées d'air placées sur les menuiseries devront avoir un auvent acoustique.
Performance minimum : $D_{n,ew} + C_{tr} \geq 38$ dB.

Coffre de volets roulants

Les coffres de volets roulants devront être isolés et avoir une performance minimum de :
 $D_{n,e,w} + C_{tr} > 45$ dB.

6.4.10.3 Objectif d'isolement à 30 dB

Façade opaque

Les façades opaques seront de type blocs de béton plein de 20 cm minimum et doivent présenter un indice d'affaiblissement acoustique minimum de $R_w + C_{tr} > 60$ dB. Dans le cas contraire un doublage complémentaire BA13 sur ossature avec laine de roche de 45 mm minimum devra être ajouté.

NB : Les doublages intérieurs à base de polystyrène non élastifiés sont à proscrire.

Menuiserie

Les fenêtres et les portes-fenêtres seront équipées de double vitrage asymétrique de type 4/14/6 ou équivalent présentant un indice d'affaiblissement acoustique minimum de $R_w + C_{tr} > 31$ dB.

Entrée d'air

Les entrées d'air placées sur les menuiseries devront avoir un auvent acoustique.
Performance minimum : $D_{n,ew} + C_{tr} \geq 38$ dB.

Coffre de volets roulants

Les coffres de volets roulants devront être isolés et avoir une performance minimum de :
 $D_{n,e,w} + C_{tr} > 45$ dB.

7 - CONCLUSIONS

Cette étude acoustique s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC d'Ormesson.

La campagne de mesure réalisée du 13 au 17 février 2021 et la simulation de la situation initiale sur l'ensemble du site ont permis de caractériser l'environnement sonore existant aux abords du projet : les niveaux sonores en façade des logements et équipements existants sont supérieurs ou de l'ordre de 65 dB(A) sur la période (6 h – 22 h) et inférieurs à 60 dB(A) sur la période (22 h – 6 h). L'ensemble du secteur peut donc être considéré comme une zone d'ambiance sonore préexistante modérée de nuit au sens de l'Arrêté du 5 mai 1995.

A l'horizon de l'année 2035, la simulation acoustique intégrant les nouvelles voiries et les nouveaux bâtiments permet de montrer qu'en façade des futurs bâtiments d'habitation situés face à la D111 et à la D124, les niveaux sonores pourront être supérieurs à 65 dB(A) de jour et/ou supérieurs à 60 dB(A) de nuit.

Pour les futurs bâtiments d'habitation, l'isolement $D_{nT,A,tr}$ minimal de 30 dB permettra le respect du niveau sonore autorisé à l'intérieur des logements, soit 35 dB(A) de jour et 30 dB(A) de nuit, sauf pour les bâtiments situés en bordure de la D111 et D124 et des voies structurantes la voie ferrée.

Pour ces derniers, l'isolement $D_{nT,A,tr}$ minimal à prévoir peut atteindre 35 dB(A).

Des solutions complémentaires type remblais de terre pourront compléter ce dispositif et être envisagées le long de la butte face à la D111 et à la D124, afin de bénéficier d'un masque naturel du relief.

Pour les bâtiments existants concernés par un dépassement des seuils réglementaires, un traitement de façade permettant d'améliorer l'isolement devra être réalisé si l'isolement existant ne permet pas de répondre aux objectifs fixés.

Ces objectifs constituent une première approche des enjeux auxquels sera soumis le Maître d'ouvrage lors de sa réflexion sur l'implantation des équipements et des bâtiments.



MAPSON

ETUDE ACOUSTIQUE

ZAC d'Ormesson

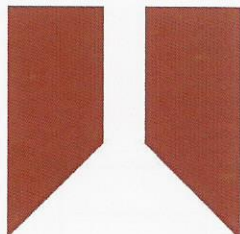
ANNEXE N° 1. MATERIELS DE MESURE

CERTIFICATE OF CALIBRATION

ISSUED BY **Cirrus Research plc**

DATE OF ISSUE **11 December 2020**

CERTIFICATE NUMBER **150142**



Cirrus Research plc
Acoustic House
Bridlington Road
Hunmanby
North Yorkshire
YO14 0PH
United Kingdom

Page 1 of 2

Approved signatory

S.Doveton

Electronically signed:

Sound Level Meter : IEC 61672-3:2006

Instrument information

Manufacturer: Cirrus Research plc

Notes:

Model: CR:171A

Serial number: G071045

Class: 1

Firmware version: 2.4.1569

Test summary

Date of calibration: 11 December 2020

The calibration was performed respecting the requirements of ISO/IEC 17025:2017.

Periodic tests were performed in accordance with procedures from IEC 61672-3:2006.

The sound level meter submitted for testing has successfully completed the class 1 periodic tests of IEC 61672-3:2006, for the environmental conditions under which the tests were performed. As public evidence was available, from an independent testing organisation responsible for approving the results of pattern evaluation tests performed in accordance with IEC 61672-2:2003, to demonstrate that the model of sound level meter fully conformed to the requirements in IEC 61672-1:2002, the sound level meter submitted for testing conforms to the class 1 requirements of IEC 61672-1:2002.

Notes

This certificate provides traceability of measurement to the SI system of units and/or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory. The results within this certificate relate only to the items calibrated. The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a coverage probability of approximately 95%.

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Certificate Number:

150142

Page 2 of 2

Environmental conditions

The following conditions were recorded at the time of the test:

Pressure: 97.87 kPa

Temperature: 23.0 °C

Humidity: 41.4 %

Test equipment

Equipment	Manufacturer	Model	Serial number
Signal Generator	TTi	TG4001	395851
Attenuator	Cirrus Research	ZE:952	52200
Environmental Monitor	Comet	T7510	16966334

Additional instrument information

Instruction manual:

Reference level range: Single range

Pattern approval: Yes

Source of pattern approval: PTB

Preamplifier

Model: MV:200F

Serial number: 5347F

Microphone

Model: MK:224

Serial number: 605155B

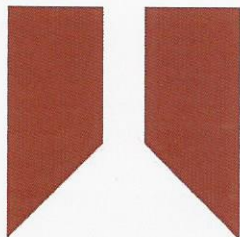
Test results summary

Test	Result
Internal settings adjustment	Complies
Toneburst response	Complies
Electrical noise-floor	Complies
Linearity	Complies
Frequency weightings	Complies
Frequency and time weightings at 1 kHz	Complies
C-weighted peak	Complies
Overload indication	Complies

CERTIFICATE OF CALIBRATION

ISSUED BY **Cirrus Research plc**

DATE OF ISSUE **11 December 2020** CERTIFICATE NUMBER **150141**



Cirrus Research plc
Acoustic House
Bridlington Road
Hunmanby
North Yorkshire
YO14 0PH
United Kingdom

Page 1 of 2

Approved signatory

S.Doveton

Electronically signed:

Sound Calibrator : IEC 60942:2003

Instrument information

Manufacturer: Cirrus Research plc

Notes:

Model: CR:515

Serial number: 74127

Class: 1

Test summary

Date of calibration: 11 December 2020

The sound calibrator detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual and in the half-inch configuration. The procedures and techniques used are as described in IEC 60942:2003 Annex B – Periodic Tests and three determinations of the sound pressure level, frequency and total distortion were made.

The sound pressure level was measured using a WS2F condenser microphone type MK:224 manufactured by Cirrus Research plc.

The results have been corrected to the reference pressure of 101.33 kPa using the manufacturer's data.

The manufacturer's product information indicates that this model of sound calibrator has been formally pattern approved to IEC 60942:2003 Annex A to Class 1. This has been confirmed with the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB).

As public evidence was available, from a testing organisation responsible for approving the results of pattern evaluation tests, to demonstrate that the model of sound calibrator fully conformed to the requirements for pattern evaluation described in Annex A of IEC 60942:2003, the sound calibrator tested is considered to conform to all the Class 1 requirements of IEC 60942:2003.

Notes:

This certificate provides traceability of measurement to the SI system of units and/or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory. The results within this certificate relate only to the items calibrated. The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a coverage probability of approximately 95%.

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Certificate Number:

150141

Page 2 of 2

Environmental conditions

The following conditions were recorded at the time of the test:

Pressure: 97.74 kPa

Temperature: 23.8 °C

Humidity: 40.4 %

Test equipment

Equipment	Manufacturer	Model	Serial number
Acoustic Calibrator	Bruel and Kjaer	4231	2610257
Distortion Meter	Keithley	2015	1113728
Multimeter	Fluke	8845A	1498004

Initial Results

	Expected	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average	Deviation	Limits	Uncertainty
Level (dB)	94.00	94.12	94.13	94.12	94.12	0.12	±0.40	0.11 dB
Distortion (%)	< 3.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	+3.00	0.13 %
Frequency (Hz)	1000.0	1000.3	1000.3	1000.3	1000.3	0.3	±10.0	0.1 Hz

The measured quantities or deviations (as applicable), extended by the expanded combined uncertainty of measurement, must not exceed the corresponding tolerance.

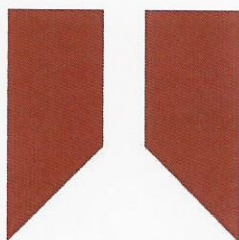
Adjusted Results

	Expected	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average	Deviation	Limits	Uncertainty
Level (dB)	94.00	94.00	94.01	94.00	94.00	0.00	±0.40	0.11 dB
Distortion (%)	< 3.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	+3.00	0.13 %
Frequency (Hz)	1000.0	1000.3	1000.3	1000.3	1000.3	0.3	±10.0	0.1 Hz

End of results

CERTIFICATE OF CALIBRATION

ISSUED BY **Cirrus Research plc**
DATE OF ISSUE **11/12/20** CERTIFICATE NUMBER **150140**



Cirrus Research plc
Acoustic House
Bridlington Road
Hunmanby
North Yorkshire
YO14 0PH
United Kingdom

Page 1 of 2

Test engineer:
D.Swalwell
Electronically signed:

Microphone

Microphone capsule

Manufacturer: Cirrus Research plc
Model: MK:224
Serial Number: 605155B

Calibration procedure

Date of calibration: 08 December 2020
Open circuit: 49.0 mV/Pa
Sensitivity at 1 kHz: -26.2 dB rel 1 V/Pa

The microphone capsule detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual of the associated sound level meter (where applicable).

The frequency response was measured using an electrostatic actuator in accordance with BS EN 61094-6:2005 with the free-field response derived via standard correction data traceable to a National Measurement Institute.

The absolute sensitivity at 1 kHz was measured using an acoustic calibrator conforming to IEC 60942:2003 Class 1.

Environmental conditions

Pressure: 99.10 kPa
Temperature: 20.0 °C
Humidity: 38.0 %

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Certificate Number:

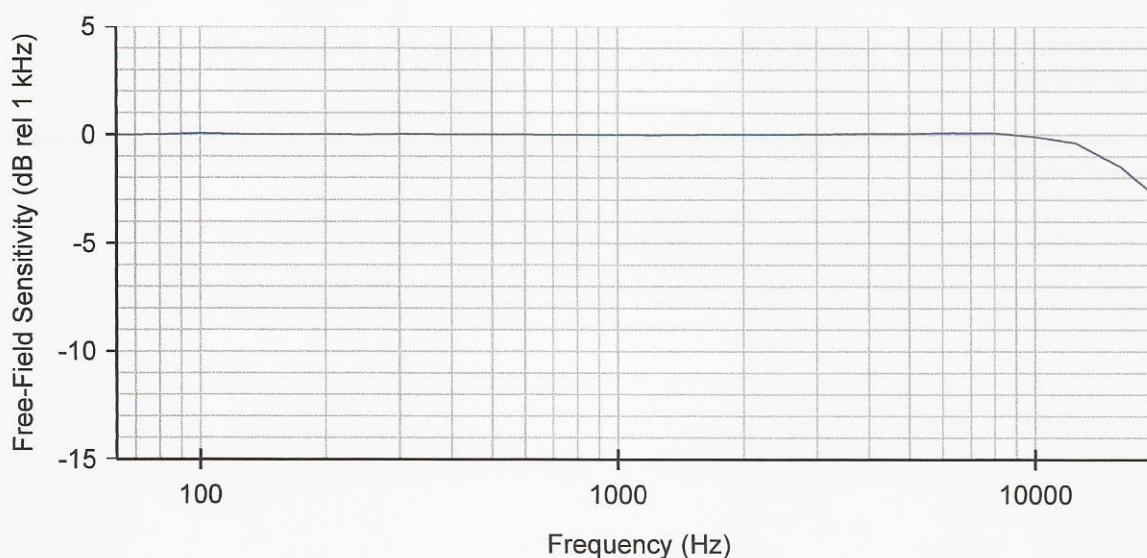
150140

Page 2 of 2

Free-Field Frequency Response : Tabular


Frequency (Hz)	Free-Field Sensitivity (dB rel 1 kHz)	Actuator Response (dB)
63	0.00	-0.23
80	0.02	-0.11
100	0.06	-0.01
125	0.03	0.00
160	0.02	0.02
200	0.02	0.03
250	0.01	0.03
315	0.04	0.04
400	0.02	0.04
500	0.02	0.03
630	0.01	0.02
800	0.01	0.01
1 000	0.00	-0.01*
1 250	-0.01	-0.03
1 600	0.01	-0.08
2 000	0.03	-0.15
2 500	0.02	-0.27
3 150	0.04	-0.45
4 000	0.06	-0.74
5 000	0.07	-1.17
6 300	0.10	-1.84
8 000	0.09	-2.97
10 000	-0.08	-4.76
12 500	-0.36	-6.85
16 000	-1.46	-9.39
20 000	-3.02	-12.06

Free-Field Frequency Response : Graphical



ANNEXE N° 2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES RELEVÉES PENDANT LES MESURES


17/02/2022

Heure locale	Température	Temps	Pluie	Vent	Humidité	Pt. de rosée	Pression	Visibilité
00h	8.7 °C <small>8.4 → 8.7</small>	●	0 mm/1h	11 km/h raf.18	82%	5.8 °C	10 16.2hPa	18 km
23h	8.4 °C <small>7.6 → 8.5</small>	●	0 mm/1h	14 km/h raf.16.6	84%	5.9 °C	10 16.9hPa	18 km
22h	7.6 °C <small>7.6 → 8.4</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	11 km/h raf.18.4	86%	5.4 °C	10 17.2hPa	19 km
21h	8.4 °C <small>8.4 → 8.8</small>	●	0 mm/1h	14 km/h raf.19.1	81%	5.3 °C	10 17.7hPa	19 km
20h	8.7 °C <small>8.7 → 10.1</small>	●	0 mm/1h	14 km/h raf.28.1	78%	5.1 °C	10 17.8hPa	19 km
19h	10.1 °C <small>10.1 → 12</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	18 km/h raf.30.6	68%	4.5 °C	=	19 km
18h	12.0 °C <small>12 → 12.9</small>	●	0 mm/1h	25 km/h raf.48.2	61%	4.7 °C	=	19 km
17h	12.7 °C <small>12.7 → 13.6</small>	●	0 mm/1h	25 km/h raf.45	56%	4.1 °C	10 17.6hPa	19 km
16h	13.5 °C <small>13.1 → 13.9</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	29 km/h raf.50.8	57%	5.1 °C	10 17.5hPa	18 km
15h	13.4 °C <small>13.2 → 13.8</small>	●	0 mm/1h	25 km/h raf.49.3	59%	5.5 °C	10 17.7hPa	15 km
14h	13.6 °C <small>12.7 → 13.7</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.59	56%	5 °C	10 17.4hPa	16 km
13h	12.9 °C <small>12 → 12.9</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	36 km/h raf.52.9	62%	5.8 °C	10 17.5hPa	15 km
12h	12.3 °C <small>10.9 → 12.3</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.48.6	66%	6.1 °C	10 17.5hPa	12 km
11h	11.0 °C <small>10.8 → 11.6</small>	●	0 mm/1h	29 km/h raf.48.6	68%	5.3 °C	10 16.9hPa	12 km
10h	10.9 °C <small>10.7 → 11</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.49.7	70%	5.6 °C	10 16.3hPa	12 km
09h	10.7 °C <small>9.8 → 10.7</small>	●	0 mm/1h	29 km/h raf.46.1	69%	5.2 °C	10 15.2hPa	13 km
 08h	10.6 °C <small>10.6 → 11.5</small>	●	0 mm/1h	25 km/h raf.51.5	67%	4.7 °C	10 14.5hPa	15 km
07h	11.5 °C <small>11.4 → 11.7</small>	☁ ●	0 mm/1h 0 mm/1h	32 km/h raf.55.4	74%	7 °C	10 13.1hPa	19 km
06h	11.7 °C <small>11.7 → 12.1</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.50	76%	7.6 °C	10 12.1hPa	20 km
05h	12.1 °C <small>12 → 12.5</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.70.2	75%	7.8 °C	10 11.2hPa	20 km
04h	12.5 °C <small>12.2 → 12.5</small>	●	0.2 mm/1h 0.2 mm/1h	25 km/h raf.43.6	91%	11.1 °C	10 10.6hPa	20 km
03h	12.6 °C <small>12.5 → 12.8</small>	●	0.2 mm/1h	36 km/h raf.58.7	94%	11.7 °C	10 10.1hPa	8 km
02h	12.7 °C <small>12.7 → 12.9</small>	☁ ●	0 mm/1h	36 km/h raf.62.3	92%	11.4 °C	10 09.2hPa	18 km
01h	12.8 °C <small>12.6 → 12.8</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.63.4	91%	11.4 °C	10 08.9hPa	20 k

18/02/2022

Heure locale	Température	Temps	Pluie	Vent	Humidité	Pt. de rosée	Pression	Visibilité
00h	5.9 °C <small>5.8 → 6.1</small>		0 mm/1h	32 km/h raf.43.9	68%	0.4 °C	10 17hPa	19 km
23h	5.8 °C <small>5.7 → 6.7</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.43.6	71%	0.9 °C	10 16.2hPa	20 km
22h	6.6 °C <small>6.6 → 7.5</small>		0 mm/1h	29 km/h raf.50.4	70%	1.5 °C	10 15.2hPa	19 km
21h	7.2 °C <small>7.1 → 8</small>	●	0 mm/1h	25 km/h raf.52.2	63%	0.6 °C	10 14.0hPa	20 km
20h	7.6 °C <small>7.6 → 8.4</small>	●	0 mm/1h	25 km/h raf.43.9	64%	1.2 °C	10 12.9hPa	20 km
19h	8.1 °C <small>8.1 → 9.7</small>		0 mm/1h	26 km/h raf.64.4	69%	2.7 °C	10 12.1hPa	20 km
18h	9.7 °C <small>9.7 → 10.5</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.71.3	61%	2.5 °C	10 10.4hPa	20 km
17h	10.4 °C <small>10.4 → 10.5</small>	●	0 mm/1h	40 km/h raf.70.9	68%	4.7 °C	10 08.9hPa	20 km
16h	10.5 °C <small>10.5 → 10.7</small>	●	0 mm/1h	43 km/h raf.72.4	68%	4.8 °C	10 07.9hPa	20 km
15h	10.7 °C <small>10.5 → 10.7</small>	●	0 mm/1h	43 km/h raf.67	71%	5.7 °C	10 06.7hPa	20 km
14h	10.6 °C <small>10.6 → 12.9</small>	●	0.8 mm/1h	43 km/h raf.89.3	83%	7.8 °C	10 06.4hPa	20 km
13h	12.9 °C <small>12.5 → 13</small>	●	0 mm/1h	47 km/h raf.83.5	81%	9.7 °C	10 05.1hPa	20 km
12h	12.5 °C <small>12.4 → 12.8</small>	●	0 mm/1h	47 km/h raf.70.9	83%	9.7 °C	10 05.7hPa	16 km
11h	12.4 °C <small>11.8 → 13</small>	●	0 mm/1h	47 km/h raf.72.7	82%	9.4 °C	10 06.1hPa	20 km
10h	11.7 °C <small>11.4 → 11.8</small>	●	0 mm/1h	40 km/h raf.71.3	85%	9.3 °C	10 06.7hPa	20 km
09h	11.3 °C <small>11 → 11.3</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.58.3	88%	9.4 °C	10 07.2hPa	20 km
08h	11.0 °C <small>11 → 11.3</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.68.4	90%	9.4 °C	10 07.7hPa	20 km
07h	11.2 °C <small>11.1 → 11.3</small>	●	0 mm/1h	40 km/h raf.56.9	90%	9.6 °C	10 08.5hPa	20 km
06h	11.1 °C <small>11 → 11.4</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.53.6	93%	10 °C	10 09.6hPa	20 km
05h	11.4 °C <small>10.9 → 11.4</small>	●	0 mm/1h	29 km/h raf.55.1	96%	10.8 °C	10 10.5hPa	19 km
04h	10.9 °C <small>9.8 → 10.9</small>	☁●	0.2 mm/1h	25 km/h raf.40.7	98%	10.6 °C	10 11.2hPa	8 km
03h	9.8 °C <small>9.6 → 9.9</small>	☁●	0.2 mm/1h	14 km/h raf.26.6	97%	9.3 °C	10 12.7hPa	3.4 km
02h	9.7 °C <small>9 → 9.7</small>	●	0 mm/1h	18 km/h raf.26.6	89%	8 °C	10 14.1hPa	18 km
01h	8.9 °C <small>8.5 → 8.9</small>	●	0 mm/1h	18 km/h raf.26.6	83%	6.2 °C	10 15.5hPa	17 km



























19/02/2022

Heure locale	Température	Temps	Pluie	Vent	Humidité	Pt. de rosée	Pression	Visibilité
00h	8.1 °C <small>8.1 → 8.6</small>	●	0 mm/1h	29 km/h raf.47.9	79%	4.7 °C	10 19.4hPa	20 km
23h	8.6 °C <small>8.6 → 8.6</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.56.2	72%	3.8 °C	10 19.1hPa	20 km
22h	8.6 °C <small>8.4 → 8.6</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.55.4	69%	3.2 °C	10 18.6hPa	20 km
21h	8.4 °C <small>8.4 → 8.6</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.65.9	68%	2.8 °C	10 17.9hPa	20 km
20h	8.4 °C <small>8.2 → 8.4</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.54.4	67%	2.6 °C	10 18.1hPa	20 km
19h	8.4 °C <small>7.9 → 8.4</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.53.6	67%	2.6 °C	10 18.2hPa	20 km
18h	7.9 °C <small>7.9 → 9.8</small>	●	0 mm/1h	29 km/h raf.57.2	65%	1.7 °C	10 18.3hPa	20 km
17h	9.7 °C <small>9.4 → 9.7</small>	☀	0 mm/1h	40 km/h raf.61.6	56%	1.3 °C	10 18.7hPa	20 km
16h	9.7 °C <small>9.6 → 10.6</small>	☀	0 mm/1h	36 km/h raf.52.6	57%	1.6 °C	10 19.4hPa	20 km
15h	10.4 °C <small>9.9 → 10.8</small>		0 mm/1h	32 km/h raf.53.3	54%	1.5 °C	10 19.6hPa	20 km
14h	10.2 °C <small>9.7 → 10.5</small>		0 mm/1h	32 km/h raf.44.6	54%	1.3 °C	10 20.3hPa	20 km
13h	9.7 °C <small>8.5 → 9.7</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.36	60%	2.3 °C	10 21.1hPa	20 km
12h	8.5 °C <small>6.6 → 8.6</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.35.3	64%	2.1 °C	10 21.9hPa	20 km
11h	6.6 °C <small>4.8 → 6.6</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.32.8	73%	2.1 °C	10 22.2hPa	19 km
10h	4.7 °C <small>2.8 → 4.7</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.31	79%	1.4 °C	10 22.2hPa	20 km
09h	2.8 °C <small>0.6 → 2.8</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.25.6	89%	1.2 °C	10 21.6hPa	19 km
 08h	1.0 °C <small>1 → 2.5</small>		0 mm/1h	14 km/h raf.28.8	91%	-0.3 °C	10 21.1hPa	20 km
07h	2.5 °C <small>2.5 → 3</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.29.5	86%	0.4 °C	10 20.6hPa	20 km
06h	3.0 °C <small>2.9 → 3.3</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.34.2	84%	0.6 °C	10 20.1hPa	20 km
05h	3.3 °C <small>3.2 → 3.6</small>		0 mm/1h	25 km/h raf.35.3	83%	0.7 °C	10 19.5hPa	20 km
04h	3.6 °C <small>3.6 → 4.1</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.35.6	82%	0.8 °C	10 19.0hPa	20 km
03h	4.0 °C <small>4 → 4.4</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.35.6	80%	0.9 °C	10 18.7hPa	20 km
02h	4.0 °C <small>4 → 5.2</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.40	80%	0.9 °C	10 18.4hPa	19 km
01h	5.0 °C <small>5 → 5.9</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.45.7	71%	0.2 °C	10 18.0hPa	20 km

20/02/2021

Heure locale	Température	Temps	Pluie	Vent	Humidité	Pt. de rosée	Pression	Visibilité
00h	10.4 °C <small>10.3 → 11</small>	●	0 mm/1h	47 km/h raf.74.5	89%	8.7 °C	10 08.7hPa	17 km
23h	11.0 °C <small>10.9 → 11.1</small>	●	0 mm/1h	47 km/h raf.79.2	81%	7.9 °C	10 09.4hPa	17 km
22h	11.0 °C <small>11 → 11.3</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	43 km/h raf.71.6	80%	7.7 °C	10 10.5hPa	20 km
21h	11.1 °C <small>11.1 → 11.3</small>	●	0 mm/1h	43 km/h raf.67.3	79%	7.6 °C	10 11.3hPa	19 km
20h	11.3 °C <small>11.2 → 11.4</small>	●	0 mm/1h	40 km/h raf.65.2	78%	7.6 °C	10 12.3hPa	19 km
19h	11.4 °C <small>11.4 → 11.8</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	40 km/h raf.68.4	77%	7.5 °C	10 12.8hPa	19 km
18h	11.8 °C <small>11.8 → 12.1</small>	●	0 mm/1h	40 km/h raf.64.1	75%	7.5 °C	10 13.7hPa	20 km
17h	12.2 °C <small>12.2 → 12.5</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.58.7	73%	7.5 °C	10 14.2hPa	20 km
16h	12.5 °C <small>12.4 → 12.9</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	36 km/h raf.58.3	72%	7.6 °C	10 15.3hPa	20 km
15h	12.9 °C <small>12.5 → 12.9</small>	●	0.2 mm/1h	32 km/h raf.56.5	70%	7.6 °C	10 16.3hPa	20 km
14h	12.6 °C <small>11.3 → 13.1</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.56.2	75%	8.3 °C	10 17.1hPa	20 km
13h	11.9 °C <small>11.9 → 12.5</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	33 km/h raf.56.9	76%	7.8 °C	10 18.3hPa	20 km
12h	12.5 °C <small>10.7 → 12.5</small>	●	0 mm/1h	36 km/h raf.54.7	77%	8.6 °C	10 18.7hPa	19 km
11h	10.7 °C <small>10.1 → 10.7</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.49.3	83%	7.9 °C	10 19.0hPa	19 km
10h	10.1 °C <small>9 → 10.1</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	32 km/h raf.52.2	86%	7.9 °C	10 19.4hPa	18 km
09h	9.0 °C <small>8.4 → 9</small>	●	0 mm/1h	32 km/h raf.45	89%	7.3 °C	1019.5hPa =	19 km
08h	8.5 °C <small>7.6 → 8.5</small>	●	0 mm/1h	29 km/h raf.41.8	91%	7.1 °C	10 19.1hPa	20 km
07h	7.6 °C <small>7.4 → 7.9</small>	●	0 mm/1h 0 mm/1h	29 km/h raf.41.4	94%	6.7 °C	10 18.9hPa	19 km
06h	7.9 °C <small>7.2 → 8</small>	●	0 mm/1h	25 km/h raf.35.3	92%	6.7 °C	10 19.6hPa	20 km
05h	7.3 °C <small>7.3 → 7.9</small>	●	0 mm/1h	22 km/h raf.39.2	92%	6.1 °C	10 19.9hPa	20 km
04h	7.9 °C <small>7.8 → 8.1</small>	●	0 mm/1h	25 km/h raf.44.6	90%	6.4 °C	10 19.5hPa	20 km
03h	7.8 °C <small>7.7 → 7.8</small>	●	0 mm/1h	22 km/h raf.33.1	91%	6.4 °C	10 19.9hPa	20 km
02h	7.7 °C <small>7.7 → 7.9</small>	☁●	0 mm/1h	22 km/h raf.45.4	90%	6.2 °C	10 20.0hPa	20 km
01h	7.9 °C <small>7.9 → 8.2</small>	●	0 mm/1h	29 km/h raf.47.2	85%	5.5 °C	10 19.9hPa	20 km

22/02/2022

Heure locale	Température	Temps	Pluie	Vent	Humidité	Pt. de rosée	Pression	Visibilité
00h	9.2 °C <small>9.2 → 9.5</small>		0 mm/1h	11 km/h raf.23	93%	8.1 °C	10 26.8hPa	20 km
23h	9.1 °C <small>8.8 → 9.6</small>		0 mm/1h	11 km/h raf.18.7	97%	8.6 °C	10 26.3hPa	15 km
22h	9.7 °C <small>9.7 → 10.5</small>		2 mm/1h	14 km/h raf.29.9	96%	9.1 °C	10 25.6hPa	10 km
21h	10.5 °C <small>10.5 → 10.7</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.40.3	88%	8.6 °C	10 25.1hPa	13 km
20h	10.5 °C <small>9.9 → 10.6</small>		0 mm/1h	25 km/h raf.39.2	87%	8.4 °C	10 24.2hPa	20 km
19h	10.6 °C <small>10.5 → 11</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.38.5	88%	8.7 °C	10 23.9hPa	20 km
 18h	11.0 °C <small>11 → 11.4</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.38.9	86%	8.7 °C	10 23.4hPa	20 km
17h	11.3 °C <small>10.8 → 11.4</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.39.2	86%	9 °C	10 23.6hPa	20 km
16h	11.2 °C <small>10.4 → 11.2</small>		0 mm/1h	32 km/h raf.46.4	86%	8.9 °C	10 23.8hPa	20 km
15h	10.5 °C <small>10.3 → 10.8</small>		0 mm/1h	25 km/h raf.49	88%	8.6 °C	10 24.1hPa	18 km
14h	10.5 °C <small>9 → 10.5</small>		0 mm/1h	29 km/h raf.44.3	87%	8.4 °C	10 24.3hPa	19 km
13h	9.1 °C <small>8.5 → 9.3</small>		0 mm/1h	29 km/h raf.46.4	91%	7.7 °C	10 25.2hPa	19 km
12h	8.6 °C <small>7.6 → 8.6</small>		0 mm/1h	29 km/h raf.41.8	94%	7.7 °C	10 25.5hPa	10 km
11h	7.7 °C <small>7.3 → 7.7</small>		0.2 mm/1h	22 km/h raf.35.6	95%	6.9 °C	10 25.7hPa	2.3 km
10h	7.3 °C <small>6 → 7.3</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.31	89%	5.6 °C	1026.1hPa =	8 km
09h	6.0 °C <small>5.5 → 6</small>		0 mm/1h	22 km/h raf.29.2	91%	4.6 °C	10 26.1hPa	9 km
 08h	5.4 °C <small>5.3 → 5.4</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.24.5	92%	4.2 °C	10 26.2hPa	8 km
07h	5.4 °C <small>5.3 → 5.4</small>		0 mm/1h	14 km/h raf.19.8	92%	4.2 °C	10 26.2hPa	8 km
06h	5.4 °C <small>4.2 → 5.4</small>		0 mm/1h	11 km/h raf.20.5	91%	4 °C	10 25.9hPa	8 km
05h	4.1 °C <small>3.9 → 4.4</small>		0 mm/1h	11 km/h raf.17.3	96%	3.5 °C	10 25.8hPa	7 km
04h	4.4 °C <small>4.3 → 5.4</small>		0 mm/1h	14 km/h raf.20.9	93%	3.4 °C	10 25.5hPa	8 km
03h	5.4 °C <small>5.3 → 6.6</small>		0 mm/1h	14 km/h raf.27.4	90%	3.9 °C	10 25.1hPa	9 km
02h	6.6 °C <small>6.6 → 7.1</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.28.8	85%	4.3 °C	10 24.7hPa	11 km
01h	7.1 °C <small>7.1 → 8.3</small>		0 mm/1h	18 km/h raf.33.8	82%	4.2 °C	10 24.4hPa	12 km

ANNEXE 3 : LOGICIEL MITHRA**Méthode d'étude**

L'étude prévisionnelle est réalisée à partir du programme MITHRA (Modélisation Inverse du Tracé dans l'Habitat de Rayons Acoustiques), développé au CSTB, il permet d'optimiser les projets de protection acoustique et de prévoir des niveaux de pression acoustique avec une précision suffisante.

Ce programme tridimensionnel permet la simulation numérique de la propagation acoustique en site bâti. Il est particulièrement adapté aux problèmes urbains car il prend en compte des réflexions multiples sur parois verticales.

Le logiciel comprend :

- Un programme de digitalisation du site permettant :
 - la prise en compte de la topographie (courbes de niveaux), du bâti, de la voirie représentée par des lignes sources figurant les voies de circulation, de la nature du sol,
 - la mise en place des protections acoustiques : écrans, buttes de terre, revêtements absorbants...
- Un programme de propagation de rayons sonores dans le site : à partir d'un récepteur quelconque, le programme recherche l'ensemble des trajets acoustiques Récepteur / Source trajets directs, réfléchis et/ou diffractés (n fois, n fonction de la précision recherchée)] ;
- Un programme de calcul de niveaux de pression acoustique qui permet soit :
 - l'affichage du LAeq(6 h - 22 h) pour différents récepteurs préalablement choisis,
 - la visualisation des courbes isophones ;
- Différents programmes annexes permettent le contrôle des données d'entrée (profils en travers, visualisation 3D, etc...).

Ce programme a été validé à la fois par des mesures in situ et des simulations sur maquette.

Il constitue un progrès important en matière de calcul acoustique automatisé.

De plus, conformément à l'Arrêté du 5 mai 1995, les calculs sont réalisés selon la méthode mise au point par le CERTU, le CSTB, le LCPC et le SETRA (à la demande de la Direction des Routes) et intitulée « Nouvelle Méthode de Prévion du Bruit » (NMPB).

MITHRA permet un parfait dimensionnement des protections acoustiques de type écran dans la plupart des cas et offre une grande souplesse pour l'optimisation d'un projet.