ACOUPHEN
ingénierie en acoustique et vibrations

27 juillet 2017

Référence Document : 270131-RAP-ZAC Chapelle Charbon Etude Impact-02.docx

ETUDE ACOUSTIQUE ET VIBRATOIRE DU PROJET DE LA ZAC CHAPELLE CHARBON – PARIS XVIIIEME
ETUDE DE L'IMPACT

POUR LE COMPTE DE LA SPLA PARIS BATIGNOLLES AMENAGEMENT

Contacts

Emilie BERTRAND –Responsable de l'Etude

Loïc GRAU – Chargé d'études

Kevin BARBA – Technicien d'études

Núria DIAGO ALONSO – Chargé d'études

SOMMAIRE

1. PRESENTATION DU PROJET 3

1.1 SCHEMA DE REFERENCE DU PROJET 3
1.2 PROJET DU CHARLES DE GAULLE EXPRESS (CDGX) 4

2. IMPACT ACOUSTIQUE DU PROJET 4

2.1 HYPOTHESES DE MODELISATION 4
2.2 EXPOSITION SONORE GLOBALE EN SITUATION PROJET A L'HORIZON 2027 5
2.3 IMPACT DES EVOLUTIONS DE TRAFIC ROUTIER 7
2.4 IMPACT DU CHARLES DE GAULLE EXPRESS 8
2.5 IMPACTS LIES AUX ACTIVITES 12

3. PRECONISATIONS ACOUSTIQUES 13

3.1 ISOLATION ACOUSTIQUE REQUIS PAR LE CLASSEMENT SONORE POUR LES CONSTRUCTIONS NOUVELLES ET RECOMMANDATIONS POUR LES LOGEMENTS 13
3.2 PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'IMPACT DES VOIES NOUVELLES ROUTIERES ET DU TRAFIC INDUIT SUR LES VOIES ROUTIERES EXISTANTES 15
3.3 RECOMMANDATIONS GENERALES PAR RAPPORT AUX ACTIVITES 15
3.4 PRECONISATIONS SPECIFIQUES POUR LIMITER LE BRUIT LIES AUX ACTIVITES SUR LE SITE 15
3.5 GESTION DU CHANTIER 16

4. IMPACT VIBRATOIRE DU PROJET 17

4.1 METHODOLOGIE DE L'ETUDE DE L'IMPACT VIBRATOIRE 17
4.2 MODELISATION 17
4.3 EVALUATIONS DES RISQUES VIBRATOIRES 19
4.4 ANALYSE DES RESULTATS 19

5. PRECONISATIONS VIBRATOIRES 20

5.1 EXEMPLES DE TRAITEMENTS ANTI-VIBRATILES 20
5.2 LOCALISATIONS DES TRAITEMENTS ANTI-VIBRATILES 20
5.3 COUT DES TRAITEMENTS ANTIVIBRATILES 20
5.4 CAS DES CONSTRUCTIONS LEGERES (BOIS) 21

6. CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE ET VIBRATOIRE 21

TABLE DES MISES A JOUR DU DOCUMENT

Indice de révision	Date	Objet de la mise à jour	Etabli par	Vérifié par
00	13/07/17	Création du document	L. GRAU/E.BERTRAND	E. BERTRAND
01	18/07/17	Ajout coûts	L. GRAU/E.BERTRAND	E. BERTRAND
02	27/07/17	Ajout impact acoustique trafics routiers– 21 pages + Annexes	E. BERTRAND	E. BERTRAND

LISTE DE DIFFUSION

Société	Contact
PARIS BATIGNOLLES AMENAGEMENT 12 Passage Susan Sontag CS 30054 – 75 927 Paris cedex 19	Catherine CENTLIVRE
VILLE DE PARIS DU/SDA	Anne CHABERT

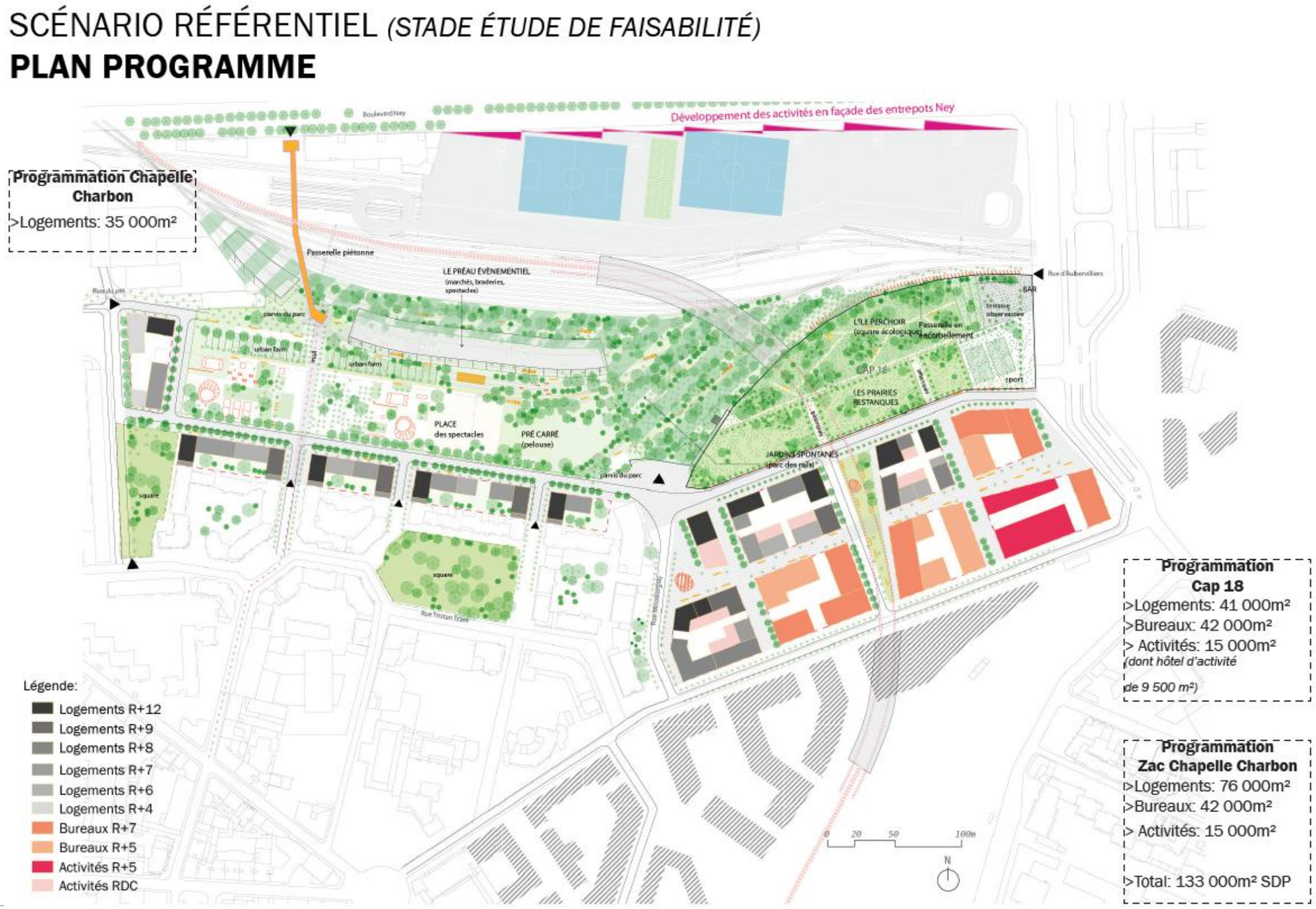
Ce document et les informations qu'il contient sont confidentiels. Ils ne peuvent être communiqués à des tiers sans l'accord de ACOUPHEN et de son client.

1. PRESENTATION DU PROJET

1.1 SCHEMA DE REFERENCE DU PROJET

Le projet de la ZAC Chapelle Charbon consiste en la construction d'un parc, de 76000 m² de logements, 42000 m² de bureaux et de 15000 m² d'activités.

La figure ci-dessous présente les hypothèses d'urbanisation et de voirie à terme.



1.2 PROJET DU CHARLES DE GAULLE EXPRESS (CDGX)

La ZAC Chapelle Charbon est traversée par le projet de la liaison Charles de Gaulle Express porté par SNCF Réseau.
Le tracé est en tranchée couverte dans le secteur de Cap 18 et du parc, puis émerge au sud de l'entrepôt Ney.

Les hypothèses fournies par SNCF Réseau concernant ce projet sont les suivantes :

- Tracé du projet
- Matériel roulant : NAT, 7 caisses, en UM2 (ou regiolis)
- Trafics : 4 trains par heure et par sens entre 5h et minuit

2. IMPACT ACOUSTIQUE DU PROJET

2.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les projets d'urbanisation (ZAC Chapelle Charbon et projets connexes) et de voirie sont intégrés au modèle, suivant les plans fournis.

Les données de trafic proviennent de l'étude réalisées par le bureau d'études TSS en juillet 2017. Elles sont fournies en HPM et HPS pour la situation de référence 2027 et la situation projet 2027.

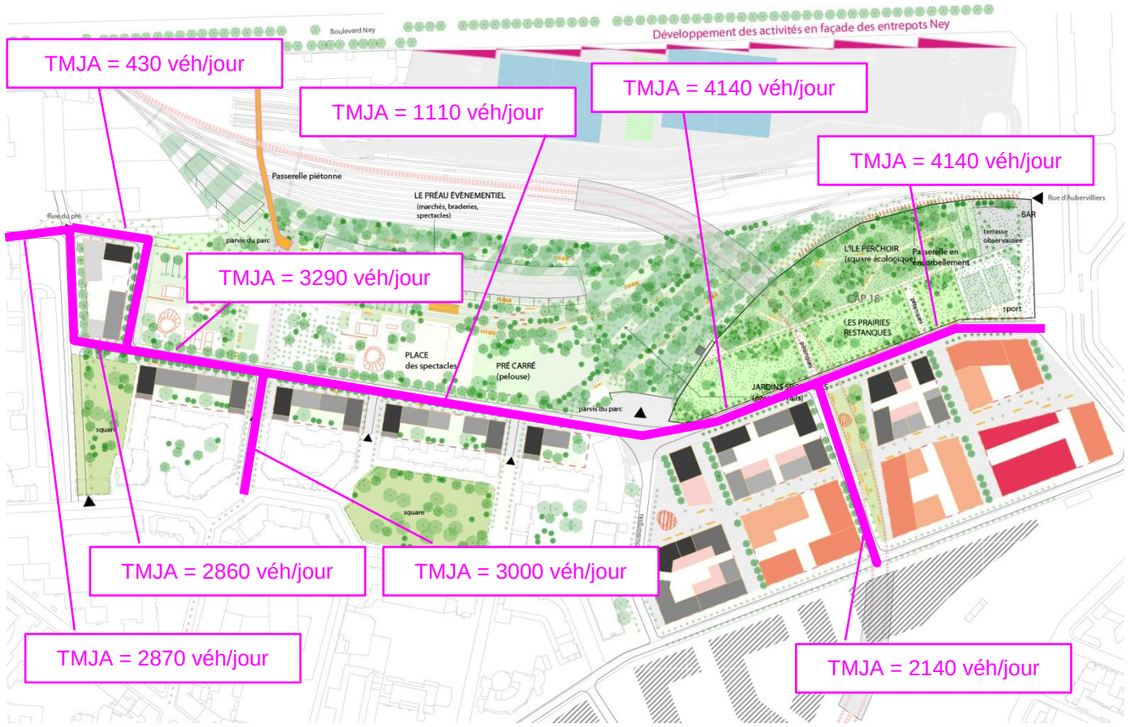
La répartition du trafic sur les périodes réglementaires jour et nuit, les hypothèses de vitesse, ainsi que les hypothèses de calculs sont les mêmes qu'en situation initiale.

La vitesse de circulation sur les voies de desserte interne est prise égale à 30 km/h.

Les hypothèses de trafics retenues sont présentées au paragraphe 2.2.1 pour les voies existantes.

Les hypothèses de trafics sur les voies nouvelles sont présentées ci-contre.

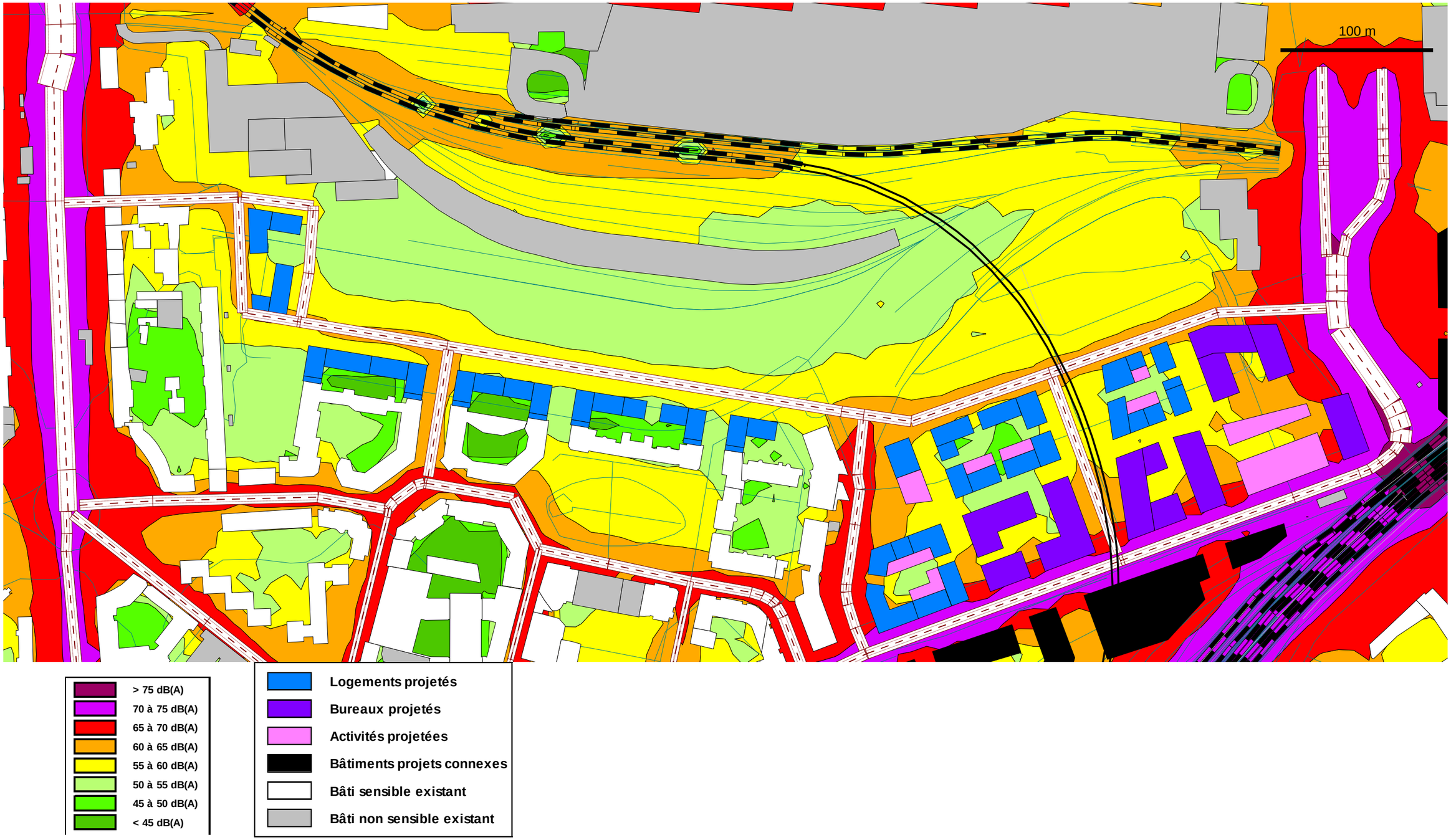
TRAFICS A L'HORIZON 2027 SUR LES VOIES NOUVELLES



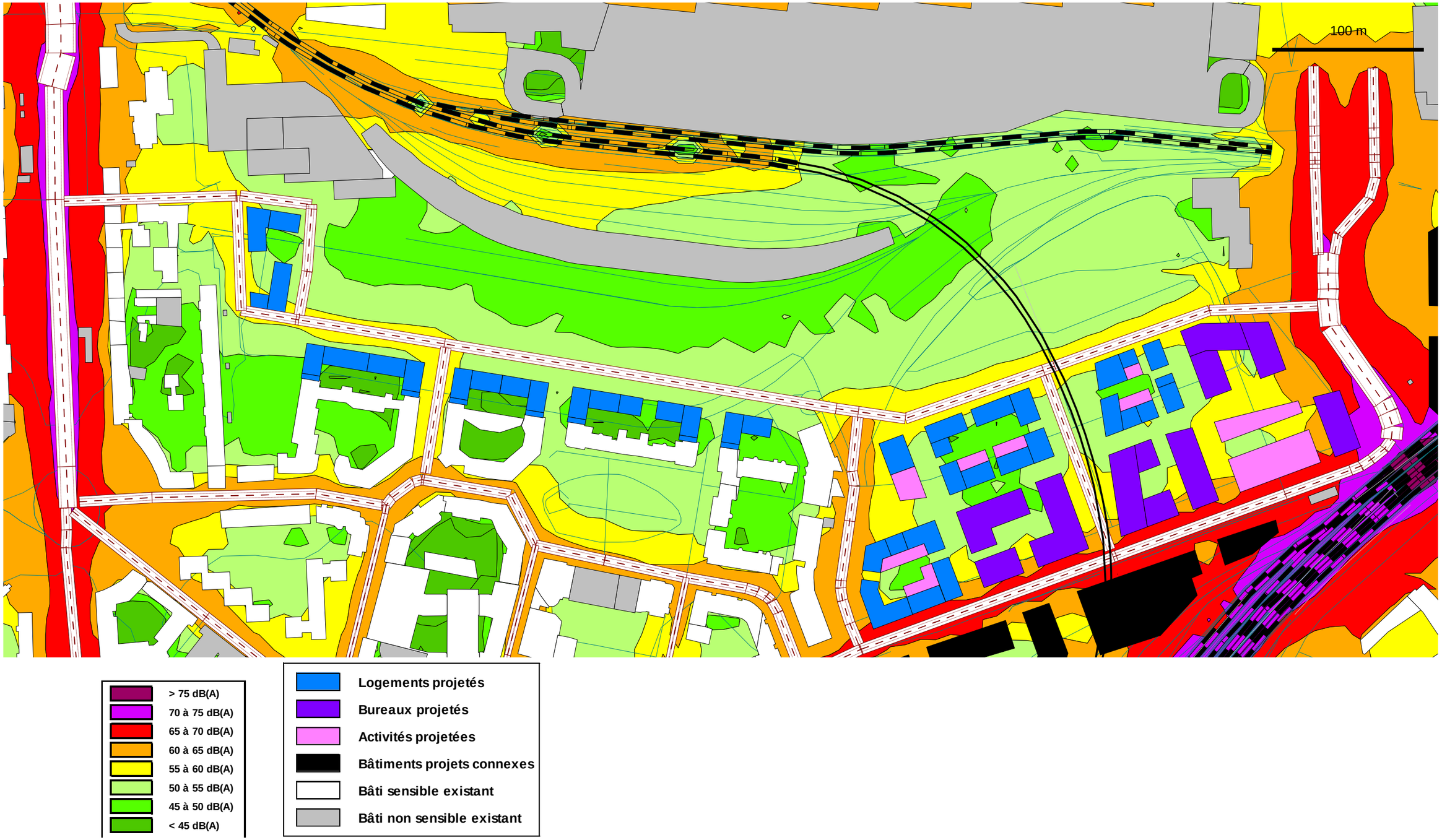
2.2 EXPOSITION SONORE GLOBALE EN SITUATION PROJET A L'HORIZON 2027

Les cartes suivantes présentent les niveaux sonores diurnes et nocturnes pour la situation projet à 4 m au-dessus du niveau du sol (au niveau du 1er étage).

CARTOGRAPHIE DE BRUIT DE LA SITUATION PROJET A 4M DU SOL POUR L'INDICATEUR LAEQ(6H-22H)



CARTOGRAPHIE DE BRUIT DE LA SITUATION PROJET A 4M DU SOL POUR L'INDICATEUR LAEQ(22H-6H)

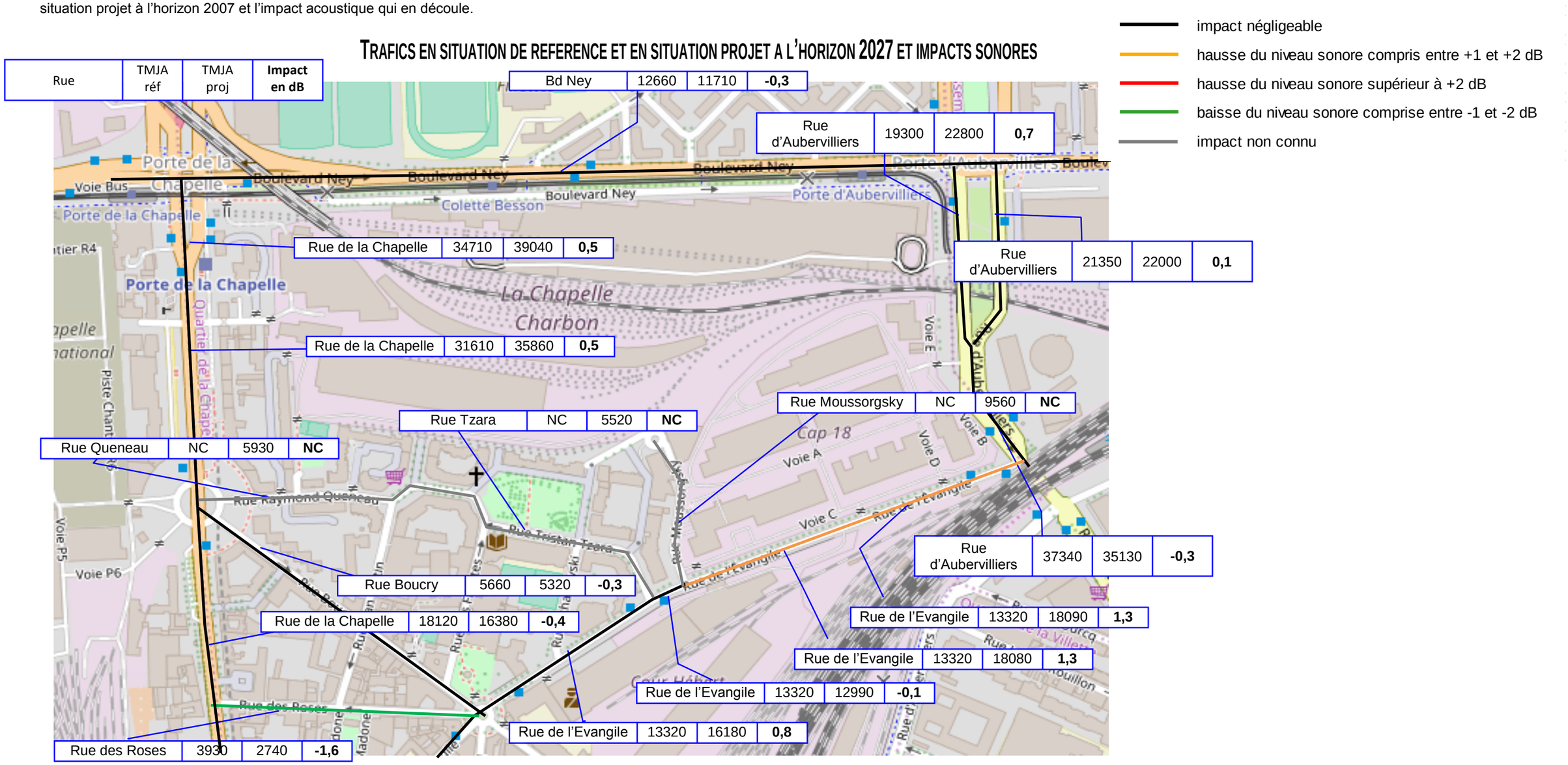


2.3 IMPACT DES EVOLUTIONS DE TRAFIC ROUTIER

2.3.1 IMPACTS INDUITS SUR LE RESEAU EXISTANT

La carte ci-dessous présente pour chaque axe existant les hypothèses de trafics en situation de référence et en situation projet à l'horizon 2007 et l'impact acoustique qui en découle.

TRAFICS EN SITUATION DE REFERENCE ET EN SITUATION PROJET A L'HORIZON 2027 ET IMPACTS SONORES



Analyse :
Les impacts sonores dus à l'évolution des trafics routiers sont majoritairement compris entre -1 et +1 dB(A) et sont donc négligeables. On note une légère augmentation du niveau sonore (de l'ordre de 1,5 dB(A)) sur la rue de l'Evangile, ainsi qu'une légère diminution du niveau sonore (de l'ordre de 1,5 dB(A)) sur la rue des Roses.
L'évolution du niveau sonore sur la rue Moussorgsky, la rue Raymond Queneau et la rue Tristan Tzara n'a pu être déterminée car l'étude de trafic n'a pas estimé le trafic en situation de référence sur ces rues.

Les évolutions restent comprises entre -2 et +2 dB(A) et ne sont donc pas significatives.

2.3.2 VOIES NOUVELLES

La contribution sonore des voies nouvelles est visible sur les cartes de bruit du paragraphe 2.2.

Analyse :

Seule la nouvelle voie permettant de rejoindre la rue de la Chapelle est proche **d'habitations existantes**. Sur ces habitations, la contribution sonore des voies nouvelles est inférieure à 60 dB(A) de jour et 55 dB(A) de nuit, **ce qui est inférieur aux valeurs maximales** admissibles.

Au niveau des **habitations nouvelles**, la contribution des voies nouvelles est inférieure à 65 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit**, ce qui reste acceptable.**

2.4 IMPACT DU CHARLES DE GAULLE EXPRESS

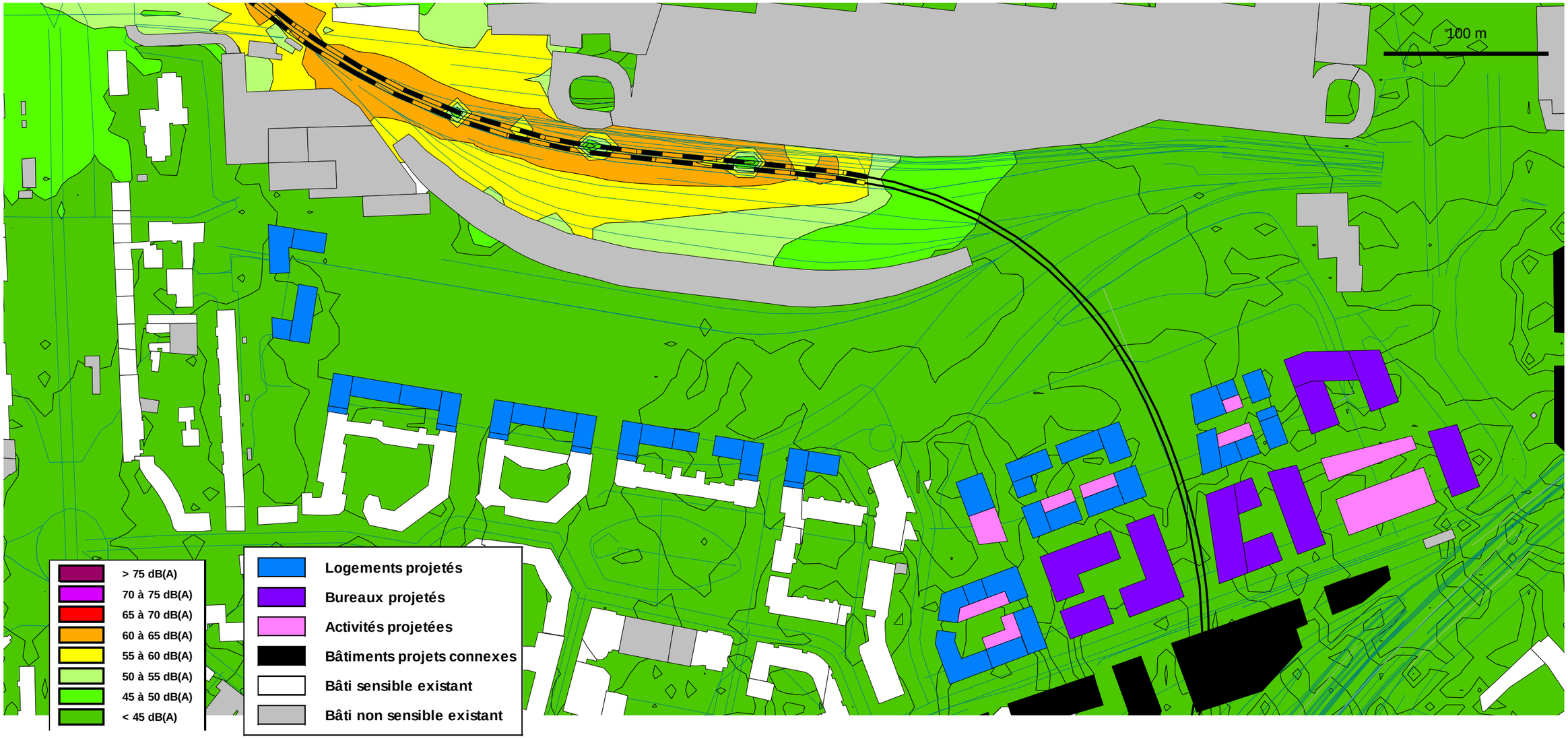
Les cartes de bruit pages suivantes permettent de visualiser l'impact acoustique du Charles de Gaulle Express :

- Sur la période diurne, pour l'indicateur réglementaire LAeq(6h-22h)
- Sur la période nocturne, pour l'indicateur réglementaire LAeq(22h-6h)
- Sur la période nocturne, pour l'indicateur LAeq(5h-6h) ou LAeq(22h-24h) afin de ne pas prendre en compte les périodes non circulées par le CDGx

Analyse :

La contribution sonore du Charles de Gaulle Express reste limitée au niveau des habitations du projet, elle est inférieure à 45 dB(A) pour les trois indicateurs considérés.

CARTOGRAPHIE DE BRUIT DE L'IMPACT DU CDGX A 4M DU SOL POUR L'INDICATEUR LAEQ(6H-22H)



CARTOGRAPHIE DE BRUIT DE L'IMPACT DU CDGX A 4M DU SOL POUR L'INDICATEUR LAEQ(22H-6H)

CARTOGRAPHIE DE BRUIT DE L'IMPACT DU CDGX A 4M DU SOL POUR LES INDICATEURS LAEQ(5H-6H) OU LAEQ(22H-24H)

2.5 IMPACTS LIES AUX ACTIVITES

Des activités sont prévues dans le secteur CAP18, à proximité de logements et de bureaux, cf. figure ci-dessous.

Cette proximité immédiate des habitations et bureaux avec les activités nécessite de prendre des précautions vis-à-vis de la nature des activités et de leur fonctionnement.
En fonction de la nature des activités, les critères d'émergence figurant dans la réglementation bruit de voisinage ou ICPE seront à respecter.

Des recommandations d'ordre général sont présentées dans les paragraphes suivants afin de limiter les nuisances sonores.

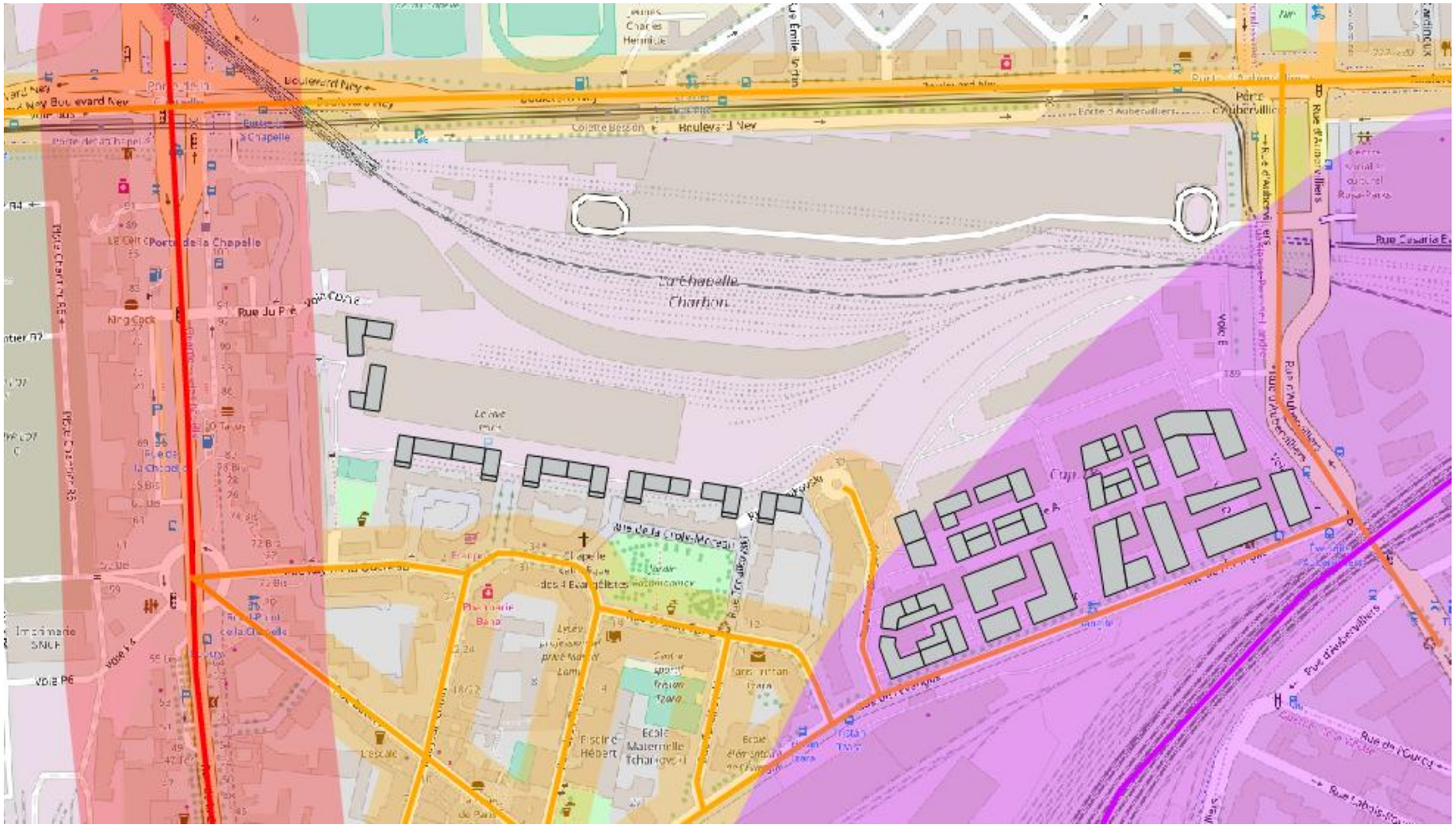
3. PRECONISATIONS ACOUSTIQUES

3.1 ISOLATION ACOUSTIQUE REQUIS PAR LE CLASSEMENT SONORE POUR LES CONSTRUCTIONS NOUVELLES ET RECOMMANDATIONS POUR LES LOGEMENTS

Les constructions du projet concernées par l'arrêté du 23 juillet 2013 sont les logements.
Pour les bureaux, on propose de viser les objectifs proposés par Certivea cible 9 niveau performant avec. DnTA,tr ≥ DnTA,tr réglementaire logement (diurne) – 3 dB et DnTA,tr ≥ 30 dB.

Comme le montre la figure ci-dessous, certains bâtiments du projet se trouvent dans les secteurs affectés par le bruit de la voie ferrée, de la rue de l'Evangile ou de la rue Moussorgsky. Ces bâtiments nécessitent donc dès leur conception des isolements de façade selon les dispositions de l'arrêté du 23 juillet 2013.

On rappelle que par ailleurs un isolement minimum de 30 dB est requis pour toute construction nouvelle (hors bureaux et activités tertiaires) dans le cadre de la Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA).


Boulevard Ney
La Chapelle Charbon
Rue du Pré
Voie E
Voie F6
Voie 14
Rue d'Aubervilliers
Rue de l'Ourcq
Rue Cesaria Evora
Rue Tardieu
Rue de la Croix-Moncey
Rue Emile Zola
Rue Lahais-Roux
Place de la Chapelle
Porte de la Chapelle
Le Coin
Imprimerie SNCF
Pharmacie Barra
Ecole Maternelle Tchaikovski
Piscine Hébert
Chapelle des 4 Evangélistes
Square Moncey
Square Tardieu
Square Emile Zola
Square Charles Hermite
Square Colette Besson
Square Cesaria Evora
Square Rosa Parks
Square Jules Ferry
Square Jean Jaurès
Square Jean Jaurès
Square Jean Jaurès

La figure ci-dessous permet de visualiser les isolements requis :

- 30 dB : réalisable avec une fenêtre thermiquement performante
- Au-delà de 31 dB : réalisable avec une fenêtre thermiquement performante
- Au-delà de 33 dB : un vitrage acoustique est nécessaire (surcoût minimum d'environ 15% par rapport à une fenêtre de type 30dB)
- Au-delà de 36 dB : prévoir en plus une entrée d'air acoustique hors menuiserie (surcoût global « menuiserie + aération » minimum d'environ 30% par rapport à une fenêtre de type 30dB)

La **prescription des isolements requis** est à préciser avec soin sur chaque façade et chaque étage des bâtiments sensibles au fur et à mesure de l'avancement du projet.

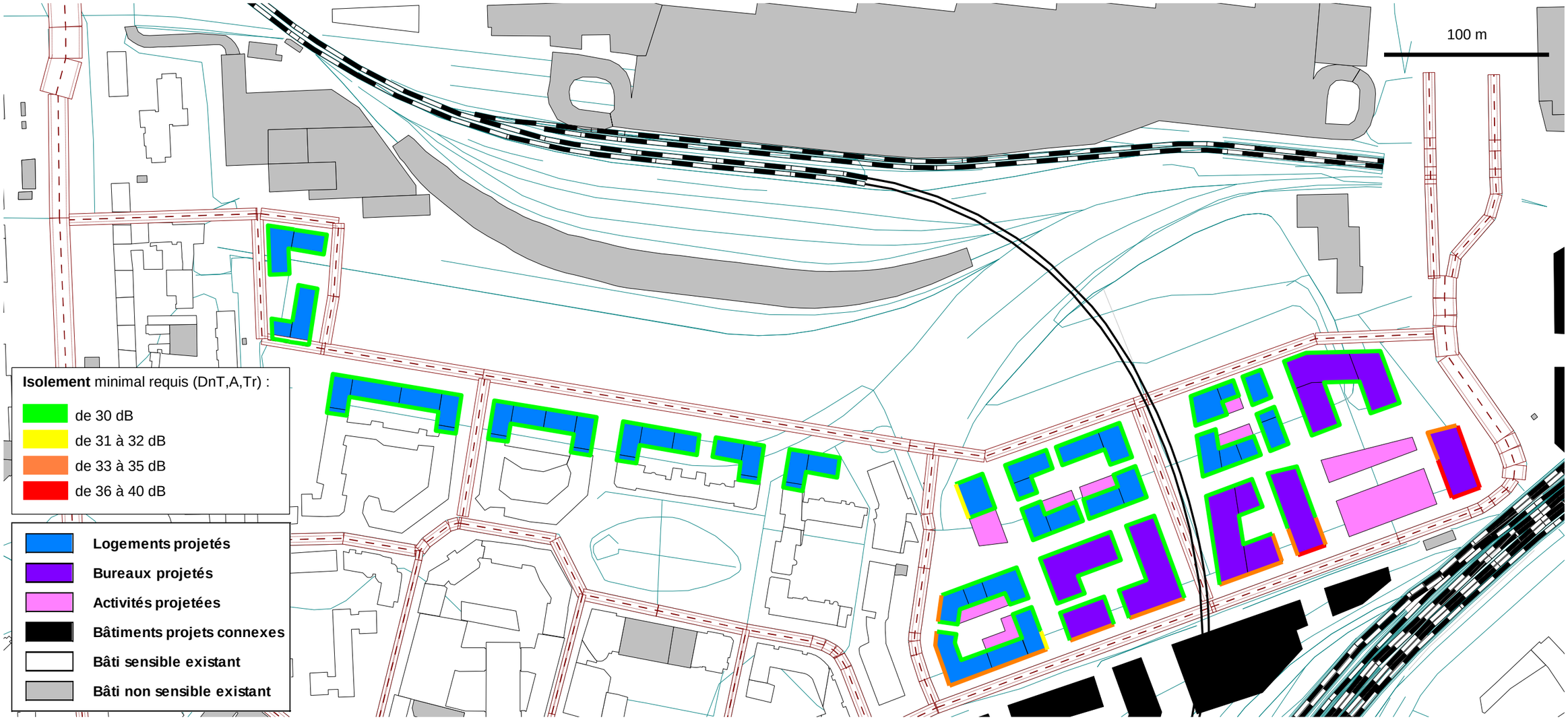
Des règles simples sont de plus à respecter dans les logements pour un meilleur confort des riverains :

- Privilégier les logements traversants pour avoir au moins une façade calme
- Privilégier l'implantation des pièces sensibles sur les façades les plus calmes
- Attention à l'isolement entre logements quand l'environnement sonore extérieur est calme
- Attention à l'isolement entre les logements et les activités (présence d'équipements bruyants…)

<u>Evaluation des coûts de traitement des isolations de façade :</u>

On compte en moyenne 5000 € de surcoût par façade de bâtiment nécessitant un isolement supérieur à 32 dB(A), soit environ 85000 €HT.

VISUALISATION DES ISOLEMENTS REQUIS PAR LE CLASSEMENT SONORE DES VOIES



3.2 PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'IMPACT DES VOIES NOUVELLES ROUTIERES ET DU TRAFIC INDUIT SUR LES VOIES ROUTIERES EXISTANTES

Les habitations existantes ne sont pas impactées par la construction de nouvelles voies. Aucune mesure spécifique n'est à prévoir réglementairement dans ce cadre.

Pour les constructions nouvelles aux abords des voies, l'isolement minimal de 30 dB(A) fixé par la NRA sera suffisant pour respecter l'objectif recommandé de 35 dB(A) de jour et 30 dB(A) de nuit à l'intérieur.

Pour les voies nouvelles, on privilégiera les revêtements peu bruyants ou acoustiques (de type BBTM ou assimilés). Les zones de revêtements bruyants tels que les pavés par exemple sont donc déconseillés, y compris les pavés béton lisses (discontinuité bruyante entre les pavés).

3.3 RECOMMANDATIONS GENERALES PAR RAPPORT AUX ACTIVITES

La démarche globale consiste suivant le type de l'activité à prévoir ses nuisances potentielles et à mettre en œuvre des solutions de réduction du bruit soit à la source soit sur le chemin de propagation du bruit.

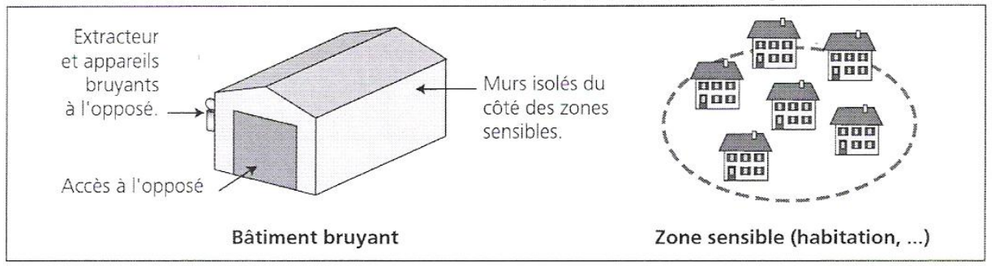
Les bruits générés par les activités peuvent provenir :

- de l'intérieur des bâtiments (machines, process),
- des toitures et équipements techniques (ventilations, extractions…),
- du trafic généré (approvisionnement, clients, employés,…)

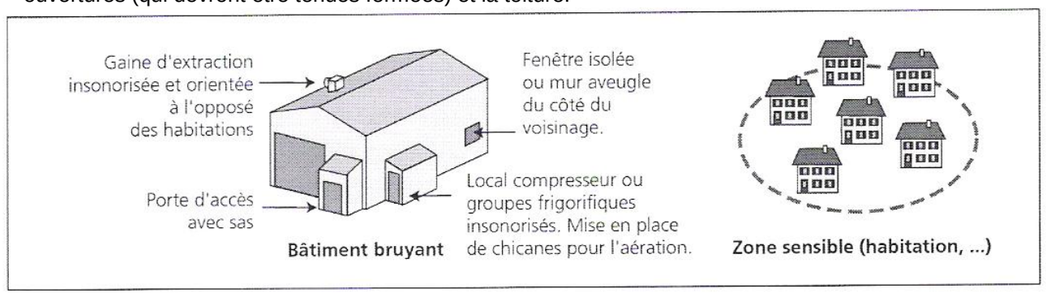
Les solutions envisageables concernent à la fois l'orientation des bâtiments, le positionnement des équipements, la gestion des horaires de fonctionnement et du trafic généré…

Les recommandations suivantes sont édictées afin de limiter au maximum la propagation du bruit vers l'habitat sensible (source dessins : Plan Local d'Urbanisme - La boîte à outils de l'aménageur – Pole Bruit Isère et Agence d'urbanisme de la Région Grenobloise)

1. Eloigner et orienter les bâtiments et équipements bruyants (extracteurs par exemple) à l'opposé des zones sensibles. Les locaux contenant des activités bruyantes doivent être gérés « portes fermées ».



2. Traiter par isolation acoustique les bâtiments contenants des sources bruyantes et ne pas négliger les ouvertures (qui devront être tenues fermées) et la toiture.



3. Eviter les sources sonores en hauteur qui se propagent loin, surtout si elles sont basses fréquences.

4. Prévoir pour les stationnements et les déchargements bruyants des zones spécifiques (à l'opposé des habitations et des plages horaires d'accès.

5. Renforcer l'isolement acoustique intérieur entre les logements et les activités lorsque celles-ci sont situées dans le même bâtiment (RdC ou bâtiment accolé)

6. Demander pour chaque entreprise une notice acoustique pour justifier le respect des contraintes tant au niveau des sources de bruit extérieures (dont les zones de parking et de déchargement) que de l'enveloppe du bâtiment (adaptée à l'usage interne).

3.4 PRECONISATIONS SPECIFIQUES POUR LIMITER LE BRUIT LIES AUX ACTIVITES SUR LE SITE

3.4.1 APPROVISIONNEMENT

Le risque lié aux activités est en particulier dû à l'approvisionnement et aux livraisons et particulièrement sur les tranches horaires nocturne et du petit matin (5h-8h).

Les nuisances sonores sont liées aux :

- Démarrages sur les zones de parking,
- circulations dans le site pour accéder au bâtiment,
- positionnement au stationnement devant la zone de chargement/déchargement suivi d'un arrêt moteur.

On apportera éventuellement des restrictions dans le règlement interne de la zone (accès nocturnes et stationnements bruyants) afin de limiter les émergences sonores nocturnes pénalisantes au voisinage d'habitations.

3.4.2 EQUIPEMENTS DE CLIMATISATION

Pour certaines activités, des équipements de climatisation peuvent concerner une partie de la surface de stockage.

Le niveau sonore engendré par la climatisation dépend de la technique de production frigorifique qui sera retenue :

- à piston (génération d'un bruit basses fréquences qui porte loin),
- ou à vis sans fin (sifflement dans les aigus qui est gênant à proximité mais qui se dissipe rapidement avec la distance).

Ce type de dispositif peut être installé soit sur une face latérale du bâtiment, soit en toiture. **Une étude acoustique est à prévoir pour chaque installation aux niveaux des équipements techniques qui seront implantés en extérieur.**

Dans tous les cas, il est possible de réduire ce bruit à la source si on le prévoit dès la conception, selon son implantation :

- sur une dalle de dimension suffisante au sol pour la construction d'un local technique fermé (capotage de la source).

- ou en toiture ayant des caractéristiques suffisantes pour supporter des écrans acoustiques.

La nécessité d'un capotage ou d'écrans ne peut être étudiée précisément que si l'on a une connaissance plus fine des caractéristiques de l'équipement, du nombre nécessaire et des bâtiments concernés. On évitera de les implanter sur les bâtiments les plus proches de l'habitat et on préfèrera une situation latérale sur une face non tournée vers les zones habitées.

3.5 GESTION DU 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 réfèrera 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.

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 œuvre 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.

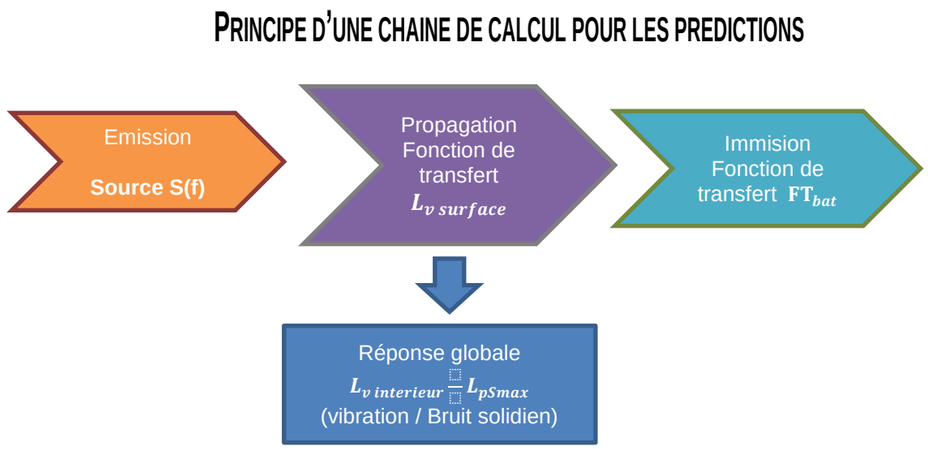
4. IMPACT VIBRATOIRE DU PROJET

4.1 METHODOLOGIE DE L'ETUDE DE L'IMPACT VIBRATOIRE

Une analyse vibratoire prédictive est réalisée afin d'obtenir un ordre de grandeur de l'impact vibratoire des voies ferroviaires actuelles et futures sur les futurs bâtiments du site (pour rappel, l'étude de la situation initiale a montré que l'impact du métro et du tramway à proximité du site était négligeable).

La méthodologie de calcul mise en place comprend plusieurs modèles selon la norme ISO 14837-1 :

- Emission : la source que constitue le passage des circulations existantes et celles à venir du CDG express.
- Propagation : la propagation des ondes dans le sol.
- Immission : la réception des ondes dans la structure du bâtiment.



4.1.1 METHODOLOGIE D'EVALUATION DE LA PERCEPTION TACTILE DES VIBRATIONS

L'estimation des niveaux vibratoires est établie en milieu de plancher du bâtiment et selon l'équation suivante :

$$L_{v\ interieur} = L_{v\ surface}(\mathrm{d}) + \mathrm{FT}_{bat}$$

Avec :

- $L_{v\ interieur}$: niveau vibratoire en dBv (réf 5.10-8 m/s) à l'intérieur du bâtiment au milieu du plancher d'un bâtiment situé à une distance d de la voie
- $L_{v\ surface}$: niveau vibratoire en dBv (réf 5.10-8 m/s) calculée ou mesurée à une distance d de la voie.
- FT_{bat}: fonction de transfert « type » dBv, couplage sol/fondation et l'amplification vibratoire d'un plancher type. Il s'agit de la fonction de transfert entre le piédroit d'une façade et le milieu de plancher R+1 d'un bâtiment type.

A noter que $L_{v\ surface}$dépend du type de sol et de la distance entre la source et le récepteur.

A noter que la fonction de transfert FT_{bat} dépend des éléments suivants :

- Type de sol
- Type de fondations du bâtiment
- Nombre de sous-sol
- Eléments constructifs du bâtiment (épaisseur de plancher, type de façade, portée, matériaux de construction).

4.1.2 METHODOLOGIE D'EVALUATION DE LA PERCEPTION AUDITIVE DES VIBRATIONS (BRUIT SOLIDIEN)

A partir de l'estimation du niveau vibratoire en milieu de plancher à l'intérieur des bâtiments $L_{v\ interieur}$ il est possible d'obtenir une estimation du niveau acoustique maximal rayonné L_{pSmax} dans une pièce type du bâtiment durant le passage d'une circulation ferroviaire (CdG Express ou trains).

Extrapolation des résultats de mesure :

A partir des niveaux $L_{v\ interieur}$ estimés en milieu de plancher, un calcul acoustique prévisionnel a été effectué de manière à évaluer les niveaux de pression acoustique rayonnés dans les futurs locaux du projet selon la formule suivante :

$$L_{pSmax} = L_{v\ interieur} + 7$$

Avec :

- L_{pSmax} : Niveau de pression **acoustique** en dB réf ($2x10^{-5}$ Pa)
- $L_{v\ interieur}$: niveau de vitesse **vibratoire** maximal estimé en milieu de plancher du bâtiment en dBv réf ($5x10^{-8}$ m/s)

4.2 MODELISATION

4.2.1 POSITION DES POINTS DE CALCULS

Afin d'estimer le risque vibratoire pour les nouveaux bâtiments, des points de calculs ont été répartis à différentes distances des sources vibratoires actuelles ou existantes.

Les points de calcul A, B, C, D et G sont relatifs à l'impact du futur Charles de Gaulle Express :

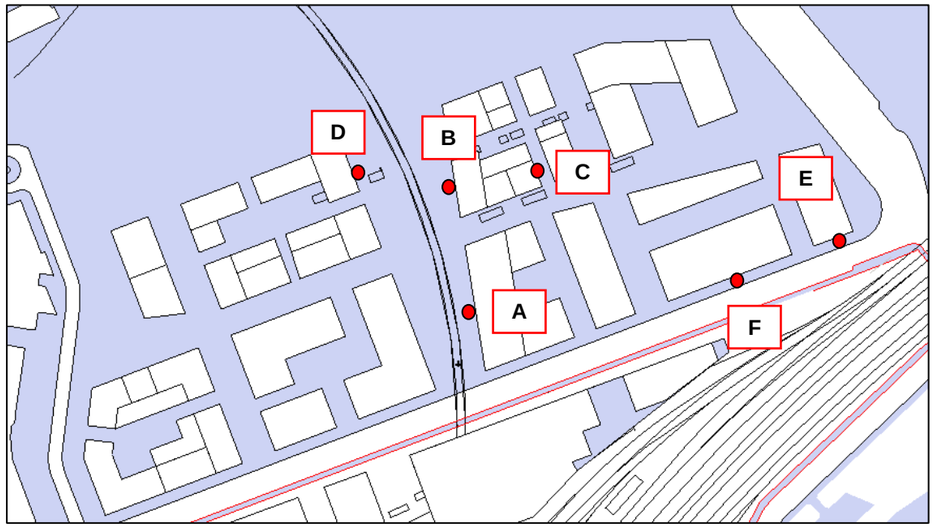
- Point A : à 9 m
- Point B : à 15 m
- Point C : à 50m
- Point D : à 20 m
- Point G : à 95 m

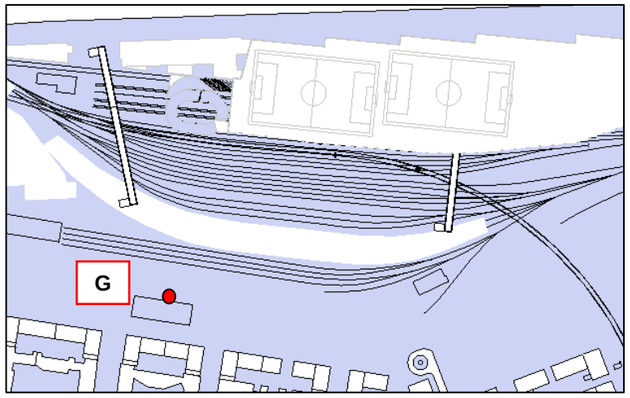
Les points de calcul E et F sont relatifs à l'impact de la ligne ferroviaire existante :

- Point E : à 23 m
- Point F : à 40 m

L'emplacement de ces points de calculs est visible page suivante.

PLANS DE LOCALISATION DES POINTS DE CALCUL

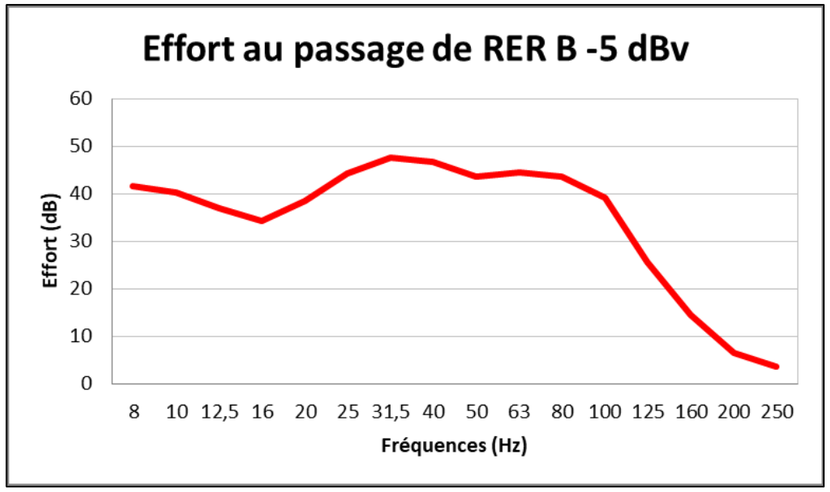




4.2.2 EMISSION

Le matériel roulant CDG Express n'étant pas encore clairement défini (NAT ou Regiolis), une source excitatrice « conservatrice type » a été retenue.

Dans le cas présent la source d'excitation vibratoire (Sf) de référence est celle du RER B – 5 dBv sur voie classique pour un matériel de nouvelle génération dont le spectre de densité d'effort est fourni ci-après.

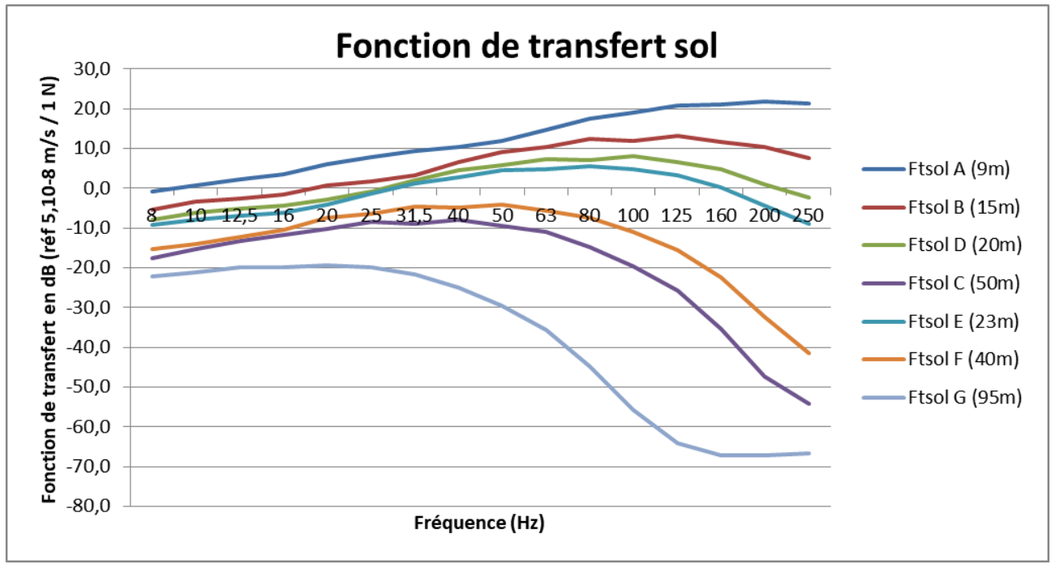


Pour la ligne existante en provenance de gare de l'Est la source de référence retenue dans le modèle est le RER B.

4.2.3 PROPAGATION

Le calcul est établi à partir des mesures de caractérisation du sol réalisées lors de l'état initial.

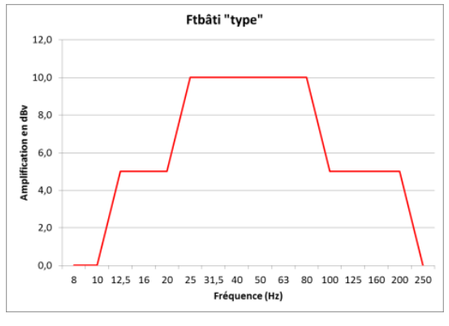
Le graphe suivant présente l'allure des fonctions de transfert sol calculées en fonction de la fréquence et à différentes distances.



4.2.4 IMMISSION

Le graphe suivant présente l'allure de la courbe FT_{bat} « conservatrice type » retenue (collectif 4 étages) en fonction de la fréquence en intégrant l'effet amplificateur de la construction dite classique en béton.

FONCTION DE TRANSFERT BATIMENT TYPE

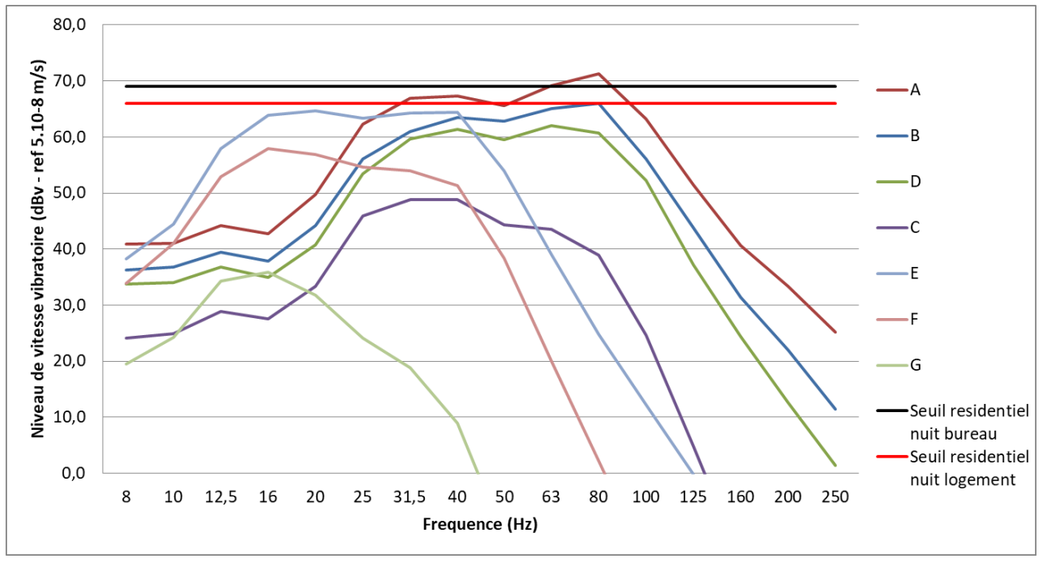


4.3 EVALUATIONS DES RISQUES VIBRATOIRES

4.3.1 ESTIMATION DU RISQUE DE PERCEPTION TACTILE DES VIBRATIONS AU NIVEAU DES POINTS DE CALCULS

Le graphe suivant présentent les niveaux $L_{v\ interieur}$ estimés en milieu de plancher R+1 à partir de la méthodologie décrite précédemment. Ces graphes sont comparés aux seuils de perception tactile définis pour des bâtiments de logements et de bureaux.

ESTIMATION DU NIVEAU VIBRATOIRE EN MILIEU DE PLANCHER POUR LES 7 BATIMENTS



Le graphe ci-dessus montre que le niveau vibratoire en milieu de plancher pour les bâtiments A et B se situe au-dessus des seuils de perception tactile.

4.3.2 ESTIMATION DU RISQUE DE PERCEPTION AUDITIVE DES VIBRATIONS AU NIVEAU DES POINTS DE CALCULS (BRUIT SOLIDIEN)

L'un des facteurs de perturbation ou d'inconfort pour les occupants des futurs bâtiments est **le bruit rayonné par la structure excitée des locaux**, durant des passages de trains (actuels et CdGx).

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit solidien calculés à l'intérieur des bâtiments. Ces niveaux sont comparés aux seuils de perception auditive (bruit solidien) fixés pour chaque type de bâtiment (35 dB(A) pour les logements, 40 dB(A) pour les bureaux et 45 dB(A) pour les activités).

Point de calcul	Niveau acoustique global	Seuil de bruit solidien
A (9m)	**58 dB(A)**	40 dB(A)
B (14m)	**53 dB(A)**	35 dB(A)
C (50m)	**29 dB(A)**	35 dB(A)
D (20m)	**49 dB(A)**	35 dB(A)
E (23m)	**52 dB(A)**	40 dB(A)
F (40m)	**40 dB(A)**	45 dB(A)
G (95m)	**9 dB(A)**	35 dB(A)

Les résultats montrent que pour les bâtiments étudiés A, B, D et E**, il existe un risque de perception du bruit solidien**.

Si l'évaluation $L_{v\ interieur}$ se rapproche ou dépasse les seuils admissibles en termes de perception tactile et/ou de bruit solidien, il sera alors nécessaire d'engager une étude détaillée notamment pour dimensionner les traitements anti-vibratiles adaptés aux modes constructifs retenus par les promoteurs.

4.4 ANALYSE DES RESULTATS

L'analyse vibratoire prédictive a montré que les voies ferroviaires actuelles et futures ont un impact significatif sur les futurs bâtiments du site, pour les bâtiments les plus proches.

Pour le CdG Express le calcul a été réalisé sans traitement anti-vibratile de la voie.

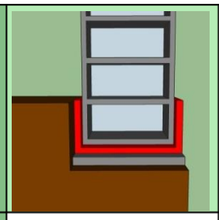
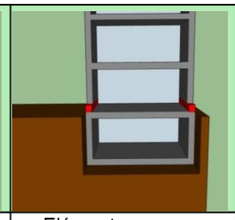
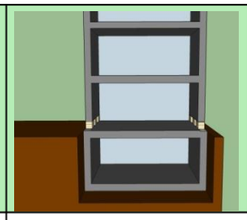
Le critère dimensionnant est le bruit solidien. Pour les bâtiments A et B situés à moins de 15 m le dépassement est de l'ordre de 18 dB(A). Pour le bâtiment D, situé à 20 m, le dépassement est de l'ordre de 14 dB(A). Pour le bâtiment E, situé à 23 m, le dépassement est de l'ordre de 12 dB(A).

Le respect du seuil de bruit solidien de 35 dB(A) (dans le cas de logements) est atteint pour toute construction située au-delà de **45 m par rapport au bord des voies.**

5. PRECONISATIONS VIBRATOIRES

5.1 EXEMPLES DE TRAITEMENTS ANTI-VIBRATILES

Le tableau suivant présente les différentes possibilités de traitement anti-vibratiles au regard des gains recherchés :

Type de traitement				
Descriptif	• Tapis résilient en élastomère • Localisation : entre terrain et infrastructure	• Eléments en matériaux viscoélastiques synthétiques (plots) • Localisation : au niveau de la coupure vibratoire horizontale du bâtiment en superstructure	• Boite à ressorts métalliques • Localisation : au niveau de la coupure vibratoire horizontale du bâtiment en superstructure	• Vide entre deux structures adjacentes • Localisation : au niveau de la structure du bâtiment (toute hauteur)
Gain	Gain bruit solidien : **5 à 8 dB**	Gain bruit solidien: **8 à 15 dB**	Gain bruit solidien: **15 à 20 dB**	• Gain bruit solidien: **>20 dB**

5.2 LOCALISATIONS DES TRAITEMENTS ANTI-VIBRATILES

Les résultats précédents ont montré la nécessité de traiter les bâtiments avec des gains compris entre 10 et 18 dBv selon leur proximité à la voie CdG Express.

Toutefois dans le cas où la voie bénéficierait d'un traitement à la source de 20 dBv à 63 Hz (dalle flottante) il n'y aurait pas lieu de traiter les bâtiments.

Le graphe suivant présente les localisations de traitements pour les différents bâtiments et selon leur mode constructif :

5.3 COUT DES TRAITEMENTS ANTIVIBRATILES

En moyenne, on évalue le coût des traitements vibratiles à 100 000 €HT par bâtiment.
Si la voie CDGx ne bénéficie pas d'un traitement à la source, le traitement des 8 bâtiments concernés représenterait environ 800 000 €HT.

5.4 CAS DES CONSTRUCTIONS LEGERES (BOIS)

De manière générale le comportement acoustique des constructions présente une faiblesse aux basses fréquences. Pour les constructions bois cette faiblesse est accentuée. Les transmissions dites latérales sont assez délicates dans les systèmes à ossature bois et très dépendantes des modes constructifs de jonctions entre éléments. La caractérisation des bruits d'impacts, habituellement réalisée à la machine à chocs sur des planchers béton, n'est pas adaptée au cas de la marche des occupants sur un plancher bois.

Malgré ces difficultés aux basses fréquences les qualités acoustiques des constructions bois sont très avantageuses aux fréquences élevées grâce au principe acoustique de « masse ressort masse » ou autrement dit du système « sandwich ». Le bois qui présente des propriétés acoustiques pouvant être opposées avec des capacités à amortir ou à amplifier les sons et les vibrations selon sa nature et conditions de mise en œuvre (ambivalence du matériau) doit donc être « travaillé » et maîtrisé par un spécialiste de l'acoustique.

De nombreux travaux de recherche sont actuellement engagés en Europe afin d'une part de mettre au point des méthodes d'analyses et/ou de calculs et d'autre part à optimiser les solutions au niveau des produits et de leurs modes de mises en œuvre afin de correspondre aux performances requises et aux attentes en matière de confort acoustique.

Le programme Acoubois (Qualitel, FCBA et CSTB) diffusé en juin 2014 constitue une référence apportant des informations sur :

- le recensement des dispositions constructives bois existantes,
- l'évaluation en laboratoire d'éléments de structure (murs et planchers avec différents systèmes flottants, de revêtement de sol, de plafond suspendu, …),
- l'évaluation des performances acoustiques (bruits et chocs), in situ, sur une quarantaine d'opérations identifiées comme représentatives,
- l'impact des basses fréquences et intégration de la mesure du Ln,max avec une balle japonaise pour les planchers,
- une méthode de prédiction comparée aux résultats des opérations évaluées in situ,
- les exemples de solutions acoustiques avec les exigences thermique, feu, structure,
- l'acceptabilité des occupants des logements de construction bois par rapport aux objectifs acoustiques réglementaires, sur la base d'une enquête perceptive.

En résumé on retiendra les résultats de l'enquête de satisfaction des occupants qui a montré une satisfaction moyenne des occupants. Les sujets d'insatisfaction portent surtout sur les bruits de chocs, où les habitants peuvent localiser les personnes qui marchent à l'étage. Viennent ensuite les bruits aériens des voisins, les vibrations des équipements en provenance des autres logements voire des infrastructures de transports avoisinantes, ...

En conclusion, la qualité acoustique des constructions bois nécessite des études détaillées pour optimiser les performances aux basses fréquences. Des précautions doivent être prises notamment vis à vis des planchers bois et des façades filantes.

Toutefois, les dernières recherches et expérimentations montrent qu'il est possible d'améliorer significativement les solutions en ayant par exemple recours à des planchers mixtes bois béton et des séparations élastiques judicieusement placées entre les différents éléments.

6. CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE ET VIBRATOIRE

L'impact principal est l'impact vibratoire du Charles de Gaulle Express en tranchée couverte sur les bâtiments à proximité. Si la voie ne fait pas l'objet d'un traitement anti-vibratile suffisant à la source, les bâtiments à proximité seront à désolidariser.

Les impacts acoustiques restent réduits. Il n'y a pas d'évolution significative des niveaux sonores sur les voies existantes.
L'exposition sonore des nouveaux logements est favorable, de calme à modérée. Le choix de placer des bureaux et activités, moins sensibles au bruit, le long de la voie ferrée existante est judicieux.