

**Lignes directrices sur la planification des mesures
destinées à amoindrir le bruit sur les terrains de pickleball
en extérieur:
Ville d'Ottawa**



Avis de droit d'auteur et de non-responsabilité

© BAP Acoustics, 2024. Tous droits réservés.

Le présent document, y compris tous les renseignements et toutes les données et analyses qu'il contient, appartient à BAP Acoustics et a été mis au point au nom de son client, la Ville d'Ottawa. BAP Acoustics conserve les droits de propriété et d'auteur exclusifs du présent document, et toute reproduction, distribution ou utilisation non autorisée du document, en tout ou en partie, sans le consentement express et écrit de BAP Acoustics, est strictement interdite.

Avertissement :

Le contenu de cette directive est fourni à titre d'information seulement et ne concerne que les exigences convenues avec notre client, la Ville d'Ottawa. BAP Acoustics a préparé le présent document en se fondant sur les meilleurs renseignements et les meilleures compétences spécialisées disponibles au moment de sa création et n'est pas responsable de l'application ni de l'interprétation de ces renseignements par des tiers autres que la Ville d'Ottawa.

BAP Acoustics ne donne aucune garantie, explicite ou implicite, et nie et rejette par la présente toute autre garantie, y compris, mais sans s'y limiter, toutes les garanties implicites de qualité marchande, d'adéquation à une fin particulière ou de respect des droits de propriété intellectuelle ou de tout autre droit.

BAP Acoustics ne sera en aucun cas tenue responsable des pertes, des dommages, des coûts ou des dépenses, qu'ils soient directs, indirects, accessoires, spéciaux, conséquents ou exemplaires, que pourrait subir un tiers après s'être fié au contenu du présent document ou l'avoir utilisé. Les personnes ou les entités autres que la Ville d'Ottawa qui utilisent le propre document le font à leurs propres risques et sont tenues de se conformer à toutes les lois locales applicables.

Pour obtenir une autorisation ou demander des renseignements, veuillez écrire à :

BAP Acoustics

office@bapacoustics.com

Autorisation

Ville d'Ottawa – Lignes directrices sur la planification des mesures destinées à amoindrir le bruit sur les terrains de pickleball en extérieur

AC3372

Document préparé pour :

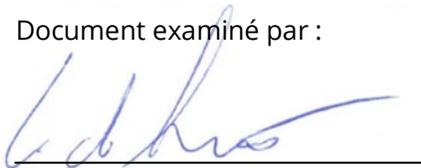
Ville d'Ottawa
110, avenue Laurier Ouest
Ottawa (Ontario) K1P 1J1

Document préparé par :



Alex Mendes, B. Ing., EIT
Ingénieur acousticien

Document examiné par :



Eric de Santis, M. Sc., ing.
Associé

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	1
2	Le bruit du pickleball.....	1
3	Les critères de bruit.....	1
3.1	Le <i>Règlement sur le bruit</i> de la Ville d'Ottawa.....	1
3.2	Les Lignes directrices relatives au bruit ambiant du ministère de l'Environnement de l'Ontario – Publication NPC-300.....	2
3.3	Les Lignes directrices sur le bruit de Santé Canada.....	2
3.4	Les critères recommandés	3
4	Mesures du bruit du pickleball	3
4.1	La description.....	3
4.2	Les résultats des mesures	4
5	Modélisation du bruit	5
5.1	La description.....	5
5.2	La méthodologie de modélisation.....	6
5.3	Le plan d'aménagement type des terrains de la Ville d'Ottawa.....	7
6	Les approches à adopter pour enrayer le bruit.....	8
6.1	Les distances de retrait.....	8
6.2	Les écrans antibruit	8
6.3	Les talus.....	11
6.4	Le feuillage	11
6.5	Les autres approches.....	12
7	L'implantation.....	12
7.1	Considérations générales	12
7.2	Les distances de retrait recommandées.....	13
	Appendice A : Les principes de base de l'acoustique	15
	Les principes de base du bruit.....	15
	La métrique de l'acoustique.....	15
	Les principes essentiels de la propagation du bruit en extérieur	16
	Appendice B : Photos à vol d'oiseau des sites de prélèvement des mesures.....	18

1 INTRODUCTION

Ces Lignes directrices sont destinées à constituer, pour la Ville d'Ottawa, des stratégies de planification visant à amoindrir les impacts potentiels causés par le bruit urbain sur les terrains de pickleball (PB) en extérieur. Les stratégies reproduites dans ce document ont été mises au point d'après des études menées par BAP Acoustics et qui ont consisté à mesurer, modéliser et expertiser le bruit sur les terrains de PB en extérieur en Colombie-Britannique.

2 LE BRUIT DU PICKLEBALL

Il y a essentiellement deux sources de bruit associées au jeu du pickleball :

- la frappe de la balle (lorsqu'elle est en contact avec la raquette);
- la voix des joueurs.

Ces deux sources de bruit réunissent des caractéristiques associées à l'augmentation des risques de gêne liée au bruit urbain. La balle qui frappe la raquette crée un bruit impulsif, et la voix des joueurs produit un son qui contient de l'information.

Les résultats de ce sondage du niveau de son de l'équipement indiquent que les contacts de la balle avec la raquette sont la première source de bruit du pickleball du point de vue du niveau sonore équivalent (L_{Aeq}). Or, il faut quand même considérer que la voix des joueurs est une importante source de bruit.

Le lecteur est invité à consulter, dans l'appendice A, la définition des termes techniques, dont le L_{Aeq} et le dBA, ainsi que l'analyse du lien entre le caractère du son et la gêne dans la collectivité.

3 LES CRITÈRES DE BRUIT

Dans l'analyse suivante, nous **supposons** que les terrains de PB en extérieur ne seraient pas en service hors de la durée de la journée, qui est généralement définie dans le règlement de l'Ontario sur le bruit et dans les Lignes directrices provinciales liées au bruit, soit la période comprise entre 7 h et 23 h.

3.1 Le Règlement sur le bruit de la Ville d'Ottawa

L'article 2 du *Règlement sur le bruit* de la Ville d'Ottawa (n° 2017-255) dispose que nul ne doit causer ni permettre de causer des bruits inhabituels ou susceptibles de déranger les habitants de la ville. Si le bruit du PB est probablement soumis à cette restriction, le Règlement ne prévoit pas de Lignes directrices quantitatives quant aux niveaux de bruit qui sont jugés inadmissibles dans ce contexte. Le Règlement comporte toutefois des restrictions quantitatives pour d'autres sources de bruit comme le matériel mécanique (par exemple les climatiseurs et les thermopompes), qui est limité à 50 dBA dans

un point de réception extérieur (soit la limite de la propriété voisine) et les appareils de reproduction du son, qui sont limités à 55 dBA dans la période comprise entre 7 h et 23 h.

3.2 Les Lignes directrices relatives au bruit ambiant du ministère de l'Environnement de l'Ontario – Publication NPC-300

La Publication NPC-300 (Lignes directrices relatives au bruit ambiant) du ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) prévoit des limites pour les niveaux de bruit et des Lignes directrices sur la lutte contre le bruit dans la planification de l'aménagement foncier afin d'amoindrir les conflits entre les récepteurs sensibles au bruit et les sources de bruit stationnaires.

Les sources stationnaires s'entendent généralement des sources de bruit dans les limites de la propriété des installations ou sur le domaine privé, en excluant le bruit découlant du rassemblement de personnes dans les restaurants, les foires et les parcs. Voici des exemples de sources stationnaires soumises à la ligne directrice de la Publication NPC-300 :

- les installations de transport auxiliaires;
- les installations commerciales;
- les installations industrielles;
- les installations de gaz naturel;
- les stationnements et ateliers de réparation des véhicules publics;
- les installations de chargement et de déchargement courantes (terminaux routiers, usines d'assemblage et installations commerciales, entre autres);
- les parcs solaires et systèmes de panneaux solaires;
- les installations destinées à l'entreposage, à l'entretien et à la réparation;
- les installations d'entreposage et de terminaux routiers;
- les cours de remisage.

On a mis au point pour ces exemples, généralement pour des raisons commerciales ou industrielles, les limites des niveaux de bruit dans la Publication NPC-300. Ces limites n'ont pas été mises au point pour le bruit associé à des activités récréatives et pourraient être trop restrictives pour les terrains de PB dans les parcs publics.

3.3 Les Lignes directrices sur le bruit de Santé Canada

Une approche courante dans l'expertise des impacts du bruit environnemental durant la journée consiste à évaluer le potentiel d'interférence induite par le bruit avec la parole. Dans le document de

2017 publié sous le titre *Conseils pour l'évaluation des impacts sur la santé humaine dans le cadre des évaluations environnementales : Le bruit*, Santé Canada recommande de veiller à ce que les niveaux de bruit en extérieur restent inférieurs à 55 dBA pour permettre de bien comprendre ce qui se dit.

3.4 Les critères recommandés

Conformément à la loi pertinente, un critère de calcul logique pour mesurer le bruit afin d'adopter un niveau de bruit du PB sur le territoire de la Ville d'Ottawa correspondrait à une limite de 55 dBA au point de réception correspondant le plus proche. Ce critère concorde avec la limite de jour de 55 dBA de Santé Canada pour l'interférence induite par le bruit dans la compréhension de ce qui se dit, ainsi qu'avec la limite du *Règlement sur le bruit* de la Ville d'Ottawa pour les appareils de reproduction du son. Toutefois, en raison de son caractère impulsif, le bruit du PB a tendance à être plus désagréable que les autres types de bruits urbains. Conformément à la norme ISO 1996-1:2006, il est recommandé d'apporter un rajustement de +5 dBA pour mieux tenir compte du bruit selon ces caractéristiques. En vertu de cette approche, la limite de calcul recommandée pour le bruit du PB s'établit à 50 dBA.

4 MESURES DU BRUIT DU PICKLEBALL

4.1 La description

BAP Acoustics a mené des relevés de bruit dans six parcs des basses terres continentales de la Colombie-Britannique. Toutes les mesures ont été prélevées en faisant appel à un sonomètre du type 1, qui respecte les normes internationales IEC 61672-1:2002. Cet appareil était monté sur un trépied à une hauteur comprise entre 1,5 et 1,7 m environ au-dessus du sol. Tous les sonomètres ont été étalonnés tout de suite avant d'être utilisés et ont été vérifiés par la suite; nous n'avons pas observé de dérive importante dans l'étalonnage au cours de la durée de prélèvement des mesures. Les photos à vol d'oiseau des plans d'implantation des terrains et des points de prélèvement des mesures sont reproduites dans l'appendice B.

Tous les terrains de PB sondés étaient dotés de surfaces asphaltées.

4.1.1 Parc A

Ce parc comprend huit terrains de PB exclusifs, qui étaient auparavant des terrains de tennis. Sept des terrains de PB étaient en service pendant la durée de prélèvement des mesures. Les mesures ont été prélevées dans les trois positions représentées dans la figure B1.

4.1.2 Parc B

Ce parc comprend quatre terrains de PB convertibles. Au moment de prélever les mesures, l'un de ces quatre terrains était en service. Les mesures ont été prélevées dans les deux positions représentées dans la figure B2.

4.1.3 Parc C

Ce parc comprend six terrains de PB convertibles. Au moment où les mesures ont été prélevées, deux de ces six terrains étaient en service. Ces mesures ont été prélevées dans les deux positions représentées dans la figure B3.

4.1.4 Parc D

Ce parc, qui comprend six terrains de PB spécialisés, est doté, sur un côté des terrains, de dispositifs d'atténuation du bruit sous la forme de panneaux-écrans antibruit légers. Les six terrains étaient tous en service au moment où les mesures ont été prélevées. Ces mesures ont été prélevées dans les deux positions représentées dans la figure B4.

4.1.5 Parc E

Ce parc comprend huit terrains de PB convertibles. Au moment où les mesures ont été prélevées, six de ces huit terrains étaient en service. Les mesures ont été prélevées dans les deux positions représentées dans la figure B5.

4.1.6 Parc F

Ce parc comprend quatre terrains de PB convertibles, qui étaient tous en service au moment où les mesures ont été prélevées. Ces mesures ont été prélevées dans les deux positions représentées dans la figure B6.

4.2 Les résultats des mesures

Le tableau 1 fait la synthèse des résultats des mesures de bruit de PB prélevées du point de vue du niveau acoustique équivalent (L_{eq}).

Table 1 : Résultats de la mesure du bruit du PB

Parcs	Points de prélèvement des mesures	Distance de retrait ¹ (m)	Terrains en service	L _{eq} (dBA)
A	A1	15	7	59
	A2	20	7	52
	A3	20	7	56
B	B1	15	1	53
	B2	25	1	51
C	C1	15	1	53
	C2	40	2	49
D	D1	45	6	51
	D2 ²	10	6	59
E	E1	20	3	55
	E2	15	3	54
F	F1	20	4	54
	F2	35	4	50

¹ Mesures prélevées à partir des lignes du terrain en service le plus proche.

² En tenant compte de l'écran antibruit léger.

5 MODÉLISATION DU BRUIT

5.1 La description

Nous avons fait appel à des modèles de préparation du bruit en extérieur en nous servant du logiciel CadnaA de Datakutisk pour modéliser le bruit des terrains de PB dans chacun des parcs ci-dessus. Ce logiciel met en œuvre la procédure de propagation du bruit en extérieur présentée dans la norme ISO 9613-2 pour la modélisation du bruit émis par des sources industrielles (soit des sources ponctuelles, linéaires et diffuses) dans des conditions météorologiques favorables à la propagation du bruit (soit les récepteurs de bruit en aval ou l'inversion de la température).

Ces modèles tiennent compte des facteurs suivants, qui influent sur la propagation du bruit :

- **la divergence géométrique** : À mesure que les ondes sonores s'éloignent de leur source, le front d'onde augmente en amplitude et l'énergie acoustique se répartit sur une surface de plus en plus vaste. C'est pourquoi le niveau sonore diminue en fonction de l'augmentation de la distance mesurée à partir de la source.

- **l'absorption atmosphérique** : Lorsqu'il se propage dans l'atmosphère, le son perd de l'énergie à cause des processus de friction et de relaxation moléculaires. L'absorption atmosphérique influe surtout sur les sons de plus grande fréquence.
- **l'effet de sol** : Le bruit qui voyage sur le sol acoustiquement « meuble » (par exemple sur la pelouse ou la terre meuble) s'atténue plus rapidement que le bruit qui voyage sur un sol acoustiquement « dur » (soit l'asphalte ou l'eau).
- **les effets de réflexion** : Les surfaces peuvent réfléchir le bruit et augmenter le niveau sonore conséquent au point de réception.
- **le blindage** : Les obstacles comme les murs, les écrans ou les talus aménagés entre la source et le récepteur du bruit peuvent « blinder » le récepteur du bruit et réduire le niveau de bruit conséquent. En règle générale, un obstacle ou un écran qui rompt la ligne de mire entre la source et le récepteur du bruit permet de réduire le niveau sonore d'environ 5 dBA.

Nous expliquons plus en détail ces phénomènes dans l'appendice A.

5.2 La méthodologie de modélisation

Nous avons mis au point les modèles à partir des données recueillies dans les mesures de bruit prélevées et d'après les données locales du SIG. Nous avons ensuite utilisé ces modèles pour analyser l'efficacité des mesures d'atténuation du bruit. Nous avons en outre mis au point un modèle généralisé des terrains de PB pour éclairer les distances de retrait reproduites dans le présent document pour les lignes directrices de la planification.

Afin d'établir un niveau généralisé d'émission du bruit pour un même terrain de PB, nous avons revu les données sur le bruit recueillies dans les six parcs. L'analyse des données recueillies indiquait que le niveau de puissance acoustique d'un même terrain variait de 91 à 92 dBA dans l'ensemble des mesures prélevées, pour un niveau moyen de 91 dBA.

Pour tenir compte de la répartition du bruit des terrains de pickleball (soit la possibilité de créer le bruit dans toutes les positions sur le terrain), nous avons modélisé le bruit du PB comme source sectorielle. Dans ce modèle, le bruit du PB est uniformément réparti sur toute la superficie du terrain et est positionné à une hauteur de 1,5 m au-dessus du sol. Nous avons choisi cette hauteur d'après une estimation prudente de la hauteur médiane à laquelle le PB produirait généralement du bruit. Les sources élevées ont tendance à produire des niveaux de bruit supérieurs, surtout quand les distances de retrait sont plus grandes.

Nous avons fait appel à ces modèles de bruit afin d'évaluer l'efficacité des écrans réfléchissants et d'analyser les distances de retrait qu'il faudrait prévoir pour respecter la cible de calcul proposée de

50 dBA. Nous avons généré des résultats pour des scénarios faisant intervenir un nombre variable de terrains, des surfaces de sol variables et en installant ou non un écran antibruit de 3 m de haut. Nous avons intégré dans le modèle les hypothèses prudentes ci-après :

- terrain plat;
- aucune atténuation en raison du feuillage;
- réduction moyenne de 5 dBA en raison de l'aménagement d'un écran de 3 m de haut;
- réduction moyenne de 6 dBA en raison de l'aménagement d'un écran de 4 m de haut.

5.3 Le plan d'aménagement type des terrains de la Ville d'Ottawa

Nous avons modélisé les émissions de bruit dans les plans d'aménagement de deux terrains, ce qui constitue une configuration populaire sur le territoire de la Ville d'Ottawa, en faisant appel à la méthodologie décrite dans la section précédente. La figure 1 fait état de la modélisation du plan d'aménagement des terrains.

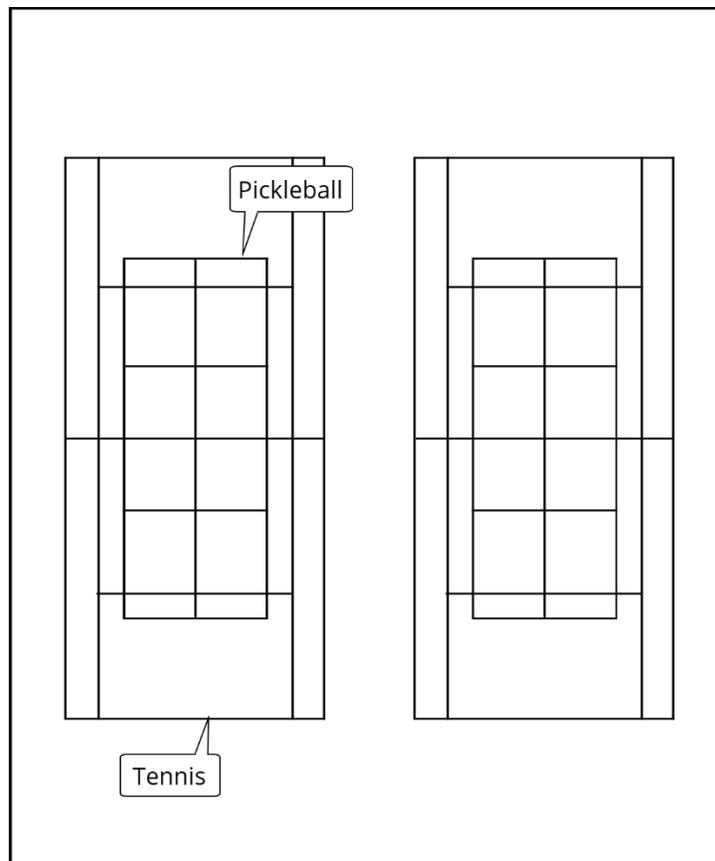


Figure 1 : Plan d'aménagement type de deux terrains convertibles de tennis et de pickleball

Les niveaux de bruit prédits selon différentes distances de retrait sont reproduits dans le tableau 2. Le modèle suppose que le terrain environnant est constitué d'un sol meuble, ce qui est caractéristique des parcs dans lesquels sont généralement aménagés des terrains de PB.

Tableau 2 : Niveaux de bruit prédits pour le plan d'aménagement de deux terrains

Distances de retrait (m)	Niveaux de bruit prédits (L _{Aeq})
20	56
30	52
40	50
50	48

6 LES APPROCHES À ADOPTER POUR ENRAYER LE BRUIT

Dans cette section, nous analysons différentes approches à adopter pour enrayer les impacts du bruit urbain produit sur les terrains de PB. Puisque chaque situation est différente, il faut consulter un ingénieur acousticien compétent avant de mettre en œuvre l'une quelconque des mesures d'atténuation du bruit exposées ci-après.

6.1 Les distances de retrait

Dans la plupart des cas, le moyen le plus économique de limiter les impacts du bruit du PB consiste à maximiser la distance de retrait entre les terrains de PB extérieurs et les résidences proches. La section 7.2 fait état des distances de retrait recommandées.

6.2 Les écrans antibruit

L'installation d'écrans antibruit autour des terrains de PB est le moyen le plus pratique d'enrayer techniquement le bruit. Il existe des écrans antibruit sous la forme de tôles denses et lourdes, que l'on peut fixer sur les clôtures existantes en grillage à mailles losangées qui entourent de nombreux terrains de PB (sous réserve de l'examen des charges éoliennes et des structures). Le matériau réfléchissant acoustique [Acoustifence](#) et le matériau absorbant acoustique [Kinetics KBC-100RBQ](#) sont des exemples d'écrans montés en surface. Il faut noter que l'objectif des écrans absorbants acoustiques est non pas d'offrir un rendement acoustique supérieur par rapport aux obstacles réfléchissants acoustiques, mais plutôt d'éviter les impacts du bruit en raison du réfléchissement. Il est question, plus loin dans cette section, des situations qui justifient le recours à des écrans absorbants acoustiques.

La figure 2 donne un exemple d'écran réfléchissant acoustique installé sur une clôture en grillage à mailles losangées sur les terrains de PB de Murdo Fraser dans la Ville de North Vancouver.



Figure 2 : Terrains de PB cernés d'écrans antibruit réfléchissants

D'après l'analyse faite en faisant appel à la modélisation informatisée du bruit, un écran réfléchissant de 3 m de haut devrait permettre de réduire le niveau de bruit du PB d'au moins 5 dBA dans les récepteurs proches au niveau du sol (soit les récepteurs situés dans un rayon d'environ 100 m des terrains et élevés à une hauteur d'au plus 2 m par rapport à la surface des terrains).

Pour une atténuation optimale du bruit, les écrans doivent réunir les propriétés suivantes :

- Densité de surface minimum de 5 kg/m².
- L'écran doit s'étendre à une hauteur d'au moins 3 m au-dessus de la surface du terrain et ne doit pas, essentiellement, comprendre de vides ni de trous.
- Dans la mesure du possible, l'écran doit être installé à une distance de retrait d'au plus 3 m des limites du terrain de pickleball.
- L'écran doit entourer au moins trois côtés du terrain. Dans les cas où des résidences se trouvent dans un rayon d'environ 70 m de deux côtés du terrain ou plus, l'écran doit entourer les quatre côtés.
- Dans les cas où on fait appel à des écrans sur les trois côtés, le côté sans écran doit être le plus éloigné des récepteurs résidentiels situés à l'intérieur des distances de retrait recommandées dans la section 5.2. Si ce n'est pas possible, il faut faire appel à un écran absorbant acoustique. Par ailleurs, il se peut que le bruit soit réfléchi sur les résidences proches comme l'indique la figure 3.

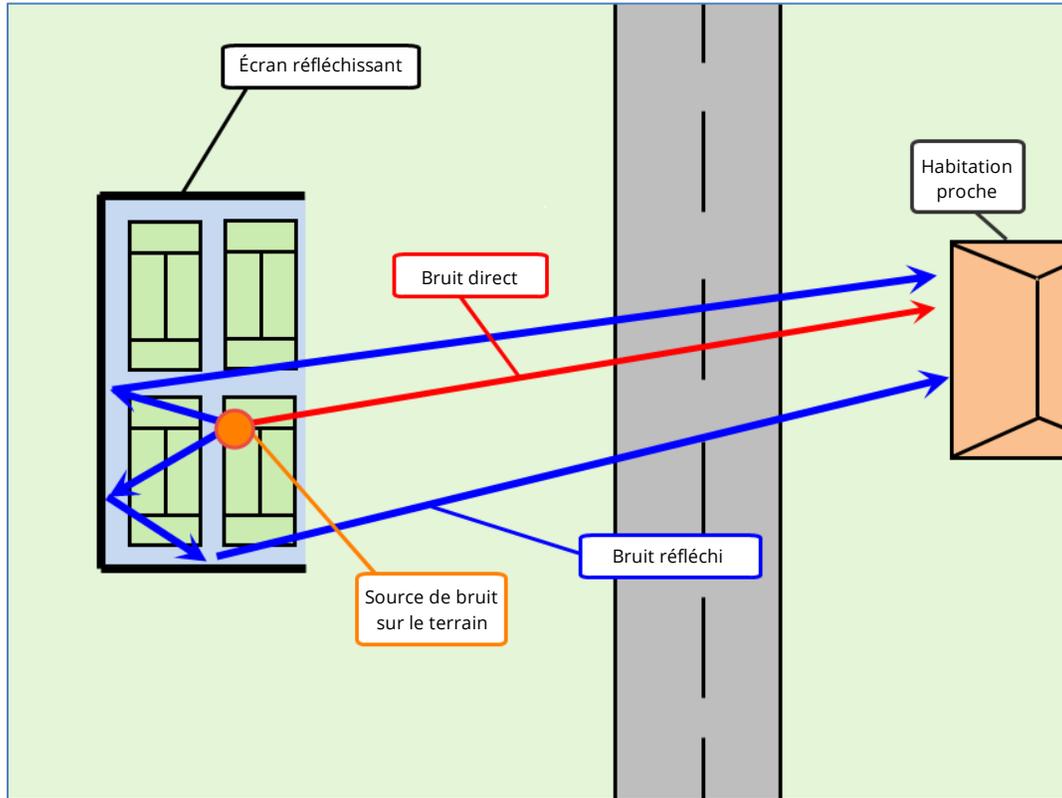


Figure 3 : Bruit réfléchi à partir de l'écran jusqu'aux résidences donnant sur le côté sans écran du terrain.

- Dans les cas où les habitations surplombent un terrain de PB doté d'écrans (autrement dit, les étages supérieurs des bâtiments ont toujours une ligne de mire claire sur les terrains malgré la présence de l'écran), il faut faire appel à des écrans absorbants acoustiques si on ne peut pas respecter les distances de retrait recommandées dans la section 5.2. Par ailleurs, il se peut que le bruit réfléchi se répercute sur les résidences proches, comme l'indique la figure 4.

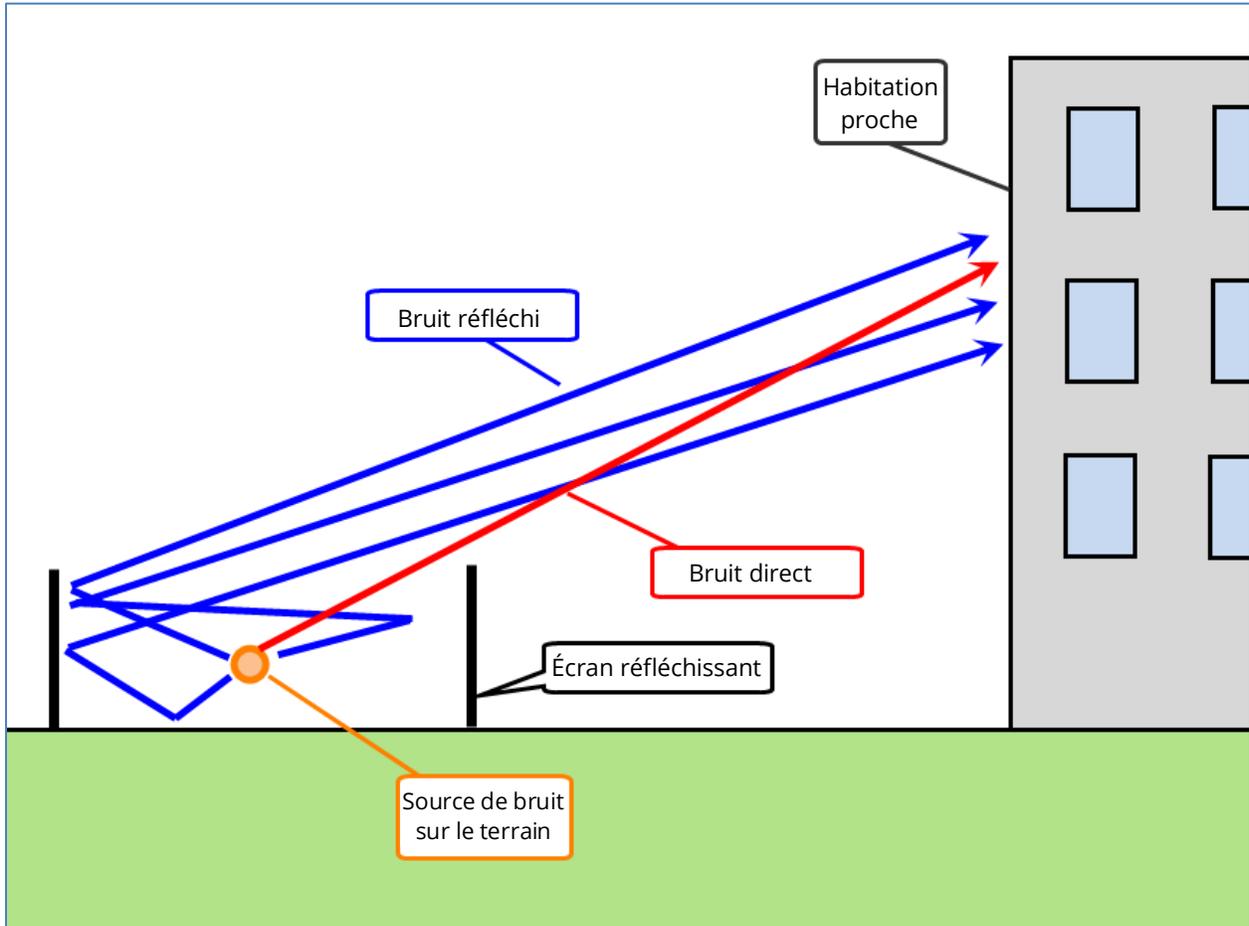


Figure 4 : Bruit réfléchi à partir de l'écran et se répercutant sur un bâtiment de plusieurs niveaux.

6.3 Les talus

Les talus peuvent aussi servir d'écrans acoustiques efficaces. À la différence des écrans verticaux fabriqués à partir de matériaux de construction communs, les talus ont une pente angulaire qui est utile pour enrayer les répercussions du bruit indésirables. Pour être efficace, le talus doit généralement être plus élevé qu'un écran correspondant installé sur la clôture, puisque ce talus serait plus éloigné du terrain de PB. Puisque les pentes des talus sont généralement d'au moins 2/1 (horizontale/verticale), il faudrait au moins de 15 m à 20 m de terrain pour aménager un talus de 4 m à 5 m de hauteur. C'est pourquoi les possibilités d'aménager des talus sont limitées par l'importance de la superficie disponible dans les parcs.

6.4 Le feuillage

On a constaté que le feuillage dense, dont les rangées d'arbres et les forêts, est efficace pour atténuer le bruit. Au même titre qu'un écran efficace, le feuillage rompt la ligne de mire jusqu'au récepteur. L'atténuation du bruit grâce aux forêts et aux rangées d'arbres est attribuable à l'effet combiné du

bruit de haute fréquence éparpillé au travers du feuillage des arbres et du sous-bois et en raison de l'absorption de faibles fréquences au sol, sur un sol forestier meuble et poreux. Il est possible d'atténuer le bruit à concurrence de 10 dBA par tranche de 100 mètres linéaires de forêt de feuillus ou de conifères. En outre, l'atténuation du bruit est plus grande lorsque le feuillage est proche du sol. C'est pourquoi, dans la planification de la plantation des forêts, il faut tenir compte de la présence du sous-bois. La forêt doit être constituée de conifères et de feuillus pour assurer la présence du feuillage durant la saison de l'hiver. Il est important de noter que les rangées simples de haies ou d'arbres, caractéristiques des parcs urbains, ne constituent pas des écrans antibruit efficaces.

6.5 Les autres approches

Les autres approches à adopter pour atténuer le bruit du PB consistent à :

- obliger les joueurs à se servir d'un matériel « moins bruyant »;
- installer des panneaux indicateurs et rappeler aux joueurs de ne pas hausser le ton de leur voix ni de crier.

BAP Acoustics a mesuré certains biens d'équipement (soit le matériel « moins bruyant ») pour produire des niveaux de bruit de 5 dBA de moins que les niveaux moyens déclarés dans cette ligne directrice. Il est donc possible de réduire les niveaux de bruit typiques produits par les terrains de PB à raison d'environ 5 dBA en faisant appel à du matériel « moins bruyant ». Une réduction de 5 dBA est importante, puisque l'on considère généralement qu'il s'agit du seuil d'efficacité pour l'atténuation du bruit urbain.

Parce que ces règles sont difficiles à appliquer, il faut donner la préférence aux autres stratégies d'atténuation présentées dans cette ligne directrice. Il faut mener d'autres travaux de recherche pour vérifier l'efficacité de l'utilisation du matériel « moins bruyant » afin d'atténuer le bruit du PB.

7 L'IMPLANTATION

7.1 Considérations générales

Voici ce dont il faut tenir compte dans l'analyse d'un site pour l'aménagement de terrains de PB en extérieur :

- **La distance de retrait** : La distance de retrait entre les terrains et les récepteurs résidentiels les plus proches constitue généralement le premier facteur déterminant lorsqu'il s'agit de savoir si l'aménagement d'un terrain de PB donnera lieu à des plaintes en raison du bruit.
- **Le type de sol** : Il faut donner la préférence aux sites dont le sol est acoustiquement meuble (par exemple la pelouse ou le feuillage) entre les terrains de PB et les secteurs résidentiels.

- **Les obstacles du relief** : Dans la mesure du possible, il faut implanter les terrains de PB pour profiter des obstacles du relief naturel (par exemple en les aménageant derrière un talus). À l'inverse, il faut éviter les situations dans lesquelles les résidences ou les habitations des étages supérieurs dans les immeubles de grande hauteur surplombent les terrains.
- **Le feuillage** : Dans certains cas, il est possible d'implanter les terrains de PB pour profiter du blindage apporté par la densité du feuillage. Une rangée de grands arbres et de feuillage dense de 50 m de largeur devrait permettre de réduire de 3 à 5 dBA environ le bruit du PB.

7.2 Les distances de retrait recommandées

Nous présentons ci-après, sous la forme de tableaux, les distances de retrait recommandées pour respecter la cible de 50 dBA. Il faut noter que ces distances de retrait s'appliquent au périmètre des limites du terrain, plutôt qu'à la ligne de la clôture, pour apporter des précisions en ce qui a trait à un point de référence invariant.

Chaque tableau fait état des distances de retrait applicables aux scénarios suivants :

- Il n'y a pas de mesure d'atténuation du bruit et le sol compris les terrains et les résidences est acoustiquement dur (il est par exemple asphalté).
- Il n'y a pas de mesure d'atténuation du bruit et le sol compris entre les terrains et les résidences est acoustiquement meuble (il est constitué de gazon ou de terre meuble).
- Il y a un écran antibruit de 3 m de haut autour des terrains et le sol compris entre les terrains et les résidences est acoustiquement dur (il est par exemple asphalté).
- Il y a un écran antibruit de 3 m de haut autour des terrains et le sol compris entre les terrains et les résidences est acoustiquement meuble (il est constitué de gazon ou de terre meuble).
- Il y a un écran antibruit de 4 m de haut autour des terrains et le sol compris entre les terrains et les résidences est acoustiquement dur (il est par exemple asphalté).
- Il y a un écran antibruit de 4 m de haut autour des terrains et le sol compris entre les terrains et les résidences est acoustiquement meuble (il est constitué de gazon ou de terre meuble).

Il faut noter que les distances de retrait prévues pour les scénarios prévoyant des écrans ne s'appliquent pas aux circonstances dans lesquelles les résidences surplombent les terrains et ont une ligne de mire sur les sources de bruit du PB.

Le tableau 2 fait état des distances de retrait recommandées pour respecter les limites de 50 dBA.

Tableau 3 : Distances de retrait minimums pour respecter le critère de 50 dBA.

Nombre de terrains	Distances de retrait (m)					
	Aucune atténuation du bruit		Écran antibruit de 3 m		Écran antibruit de 4 m	
	Sol dur	Sol meuble	Sol dur	Sol meuble	Sol dur	Sol meuble
1	45	35	25	20	22	18
2 (grille 1x2)	65	50	35	30	31	26
4 (grille 2x2)	90	75	50	45	45	41
6 (grille 2x3)	105	85	55	50	49	45
8 (grille 2x4)	120	90	60	50	52	44
12 (grille 3x4)	160	115	75	60	66	53
14 (grille 2x7)	175	120	80	65	71	58

APPENDICE A : LES PRINCIPES DE BASE DE L'ACOUSTIQUE

Les principes de base du bruit

Le phénomène que nous percevons comme le bruit s'explique par les fluctuations dans la pression de l'air proche de nos oreilles. Ces fluctuations sont attribuables à la vibration des objets, dont les cordes vocales humaines, les haut-parleurs et les moteurs. La pression acoustique se mesure en pascals. Le ratio du bruit le moins fort par rapport au bruit le plus fort que l'oreille humaine peut entendre est d'un milliard sur un. C'est pourquoi la pression acoustique se mesure généralement en décibels (dB) logarithmiques. Exprimée en décibels, la pression acoustique s'appelle le niveau de pression acoustique. Le niveau de pression acoustique le plus fort que nous pouvons entendre sans endommager immédiatement notre ouïe est de 120 dB, et le niveau de pression acoustique le plus faible que nous pouvons détecter est de 0 dB.

La perception humaine du bruit dépend du niveau et du contenu en fréquence d'une source de bruit donnée. La fréquence se définit comme le nombre de fluctuations de la pression par seconde. La fréquence correspond à la hauteur du son (ou tonie). Elle s'exprime en hertz (Hz). Le jeune auditeur humain moyen peut percevoir des fréquences de bruit comprises entre 20 Hz et 20 000 Hz. L'oreille humaine est moins sensible à des niveaux de bruit de faible fréquence (de moins de 200 Hz) et à des niveaux de bruit de grande fréquence (de plus de 5 000 Hz). L'oreille humaine est le mieux « syntonisée » avec la plage de fréquences vocales comprise entre 200 Hz et 5 000 Hz. Pour les besoins de l'ingénierie acoustique, la plage de fréquences audibles est normalement divisée en différentes fourchettes. Les fourchettes le plus couramment utilisées sont les bandes d'octaves, dans lesquelles la fréquence de la limite supérieure pour une bande est le double de la fréquence de la limite inférieure, ainsi que les bandes de tiers d'octave, dans lesquelles chaque bande d'octave est divisée en trois. Les bandes sont décrites d'après la valeur de leurs fréquences centrales, et la plage qui est généralement utilisée pour les besoins de l'environnement est comprise entre 31 Hz et 8 kHz (bandes d'octave).

La métrique de l'acoustique

La pondération de fréquence A

À la différence de l'oreille humaine, le microphone d'un sonomètre est conçu pour être aussi sensible au bruit dans l'ensemble de la plage des fréquences audibles. Pour compenser cet effet, on fait appel à un sonomètre à filtre de pondération A pour approximer la sensibilité aux fréquences de l'oreille humaine. C'est pourquoi les niveaux de pression acoustique pondérés A (dBA) mettent moins l'accent sur les fréquences faibles et élevées et sont donc syntonisés avec la plage des fréquences vocales comprises entre 200 Hz et 5 000 Hz.

L_{Aeq}

Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A (L_{Aeq}) est le baromètre acoustique le plus répandu auquel on fait appel pour décrire les niveaux acoustiques qui varient dans le temps. L'indice L_{Aeq} est une moyenne de l'énergie acoustique. Il se calcule en archivant et en moyennant logarithmiquement le bruit de tous les événements enregistrés pendant la période de prélèvement des mesures. On peut mesurer l'indice L_{Aeq} sur n'importe quelle durée. Toutefois, on fait couramment appel à une période de mesure de 24 heures pour les expertises du bruit urbain. L'indicateur L_{Aeq} de jour (ou L_d) et l'indicateur L_{Aeq} de nuit (L_n) sont d'autres intervalles chronologiques courants. L'intervalle chronologique L_d est compris entre 7 h et 22 h, et l'intervalle chronologique L_n est compris entre 22 h et 7 h.

L_{dn}

Le niveau acoustique équivalent de jour et de nuit (L_{dn}) correspond à un niveau acoustique équivalent sur 24 heures qui est calculé d'après la somme de l'énergie du niveau acoustique équivalent de jour (L_d) et du niveau acoustique équivalent de nuit (L_n), augmenté de 10 dB. L'addition de 10 dB au niveau sonore de nuit (L_n) est une pénalité qui tient compte de l'accroissement de la sensibilité au bruit durant la nuit.

L₉₀

Le niveau acoustique du 90^e percentile (L_{90}) est un baromètre statistique qui s'entend du niveau de pression acoustique dépassé dans 90 % des cas au cours d'une période de mesure donnée. Ce chiffre est couramment utilisé pour quantifier l'environnement acoustique de fond et correspond à un niveau généralement pondéré A (L_{A90}).

Les principes essentiels de la propagation du bruit en extérieur

Parce que les ondes sonores se propagent dans l'environnement, l'énergie se perd à cause de la divergence géométrique, de l'absorption atmosphérique, de la réfraction dans l'atmosphère, des effets de sol et du masquage des obstacles.

La divergence géométrique

Plus la distance augmente à partir d'une source de bruit, plus l'intensité du bruit diminue. Les pertes causées par la divergence géométrique s'expliquent par la propagation de l'énergie de la source de bruit sur des superficies de plus en plus grandes lorsque la distance augmente entre la source de bruit originelle et la position du récepteur. L'atténuation du bruit en raison de la divergence géométrique est symboliquement indépendante des pertes causées par la fréquence, par la météo et par l'absorption géométrique.

L'absorption atmosphérique

Les ondes sonores qui se propagent dans l'air libre sont atténuées par une combinaison de pertes classiques (conduction thermique et viscosité de cisaillement) et de pertes de relaxation moléculaire. Sur de longues distances de propagation en extérieur et pour de plus grandes fréquences, l'atténuation attribuable à l'absorption atmosphérique est généralement beaucoup plus importante que l'atténuation causée par la divergence géométrique.

La réfraction

La vitesse du bruit par rapport au sol est fonction de la température et de la vitesse du vent. La température et la vitesse du vent varient selon la hauteur. Les gradients de température et de vent causent donc des ondes sonores qui se propagent sur des parcours incurvés. Par une chaude journée estivale, le rayonnement solaire réchauffe la surface de la Terre, ce qui explique que l'air soit plus chaud près du sol. Cette condition s'appelle le décroissement de la température et a pour effet d'incurver vers le haut les rayons acoustiques. La condition contraire, appelée « inversion de température », se produit quand l'air est plus frais à la surface du sol qu'en hauteur. Les parcours de propagation du bruit s'incurvent vers le bas pendant la durée de cette condition.

Le vent a aussi pour effet d'incurver vers le haut ou vers le bas les ondes sonores. Pour le récepteur, le son se propagera vers le haut s'il est produit sous le vent du récepteur. La vitesse du vent augmente avec la hauteur, ce qui crée un gradient de vitesse du bruit négatif. Les ondes sonores s'incurvent vers le haut dans cette condition.

L'effet de sol

L'effet de sol désigne l'interférence (destructive et constructive) entre la part de l'onde réfléchi par la surface du sol et le bruit qui se déplace directement entre la source et le récepteur. L'interférence de l'effet de sol peut à la fois rehausser et atténuer le bruit lorsqu'il se propage en plein air. L'effet de sol est sensible aux propriétés acoustiques de la surface du sol.

L'effet d'écran

Le relief du sol entre les terrains de PB et les résidences et les écrans artificiels (comme les immeubles ou les écrans antibruit) peuvent atténuer le bruit en interrompant son parcours jusqu'au récepteur. Les effets d'écran sont très prononcés quand l'obstacle que constitue l'écran bloque complètement la ligne de mire entre le récepteur et la source du bruit.

APPENDICE B : PHOTOS À VOL D'OISEAU DES SITES DE PRÉLÈVEMENT DES MESURES

Cette page est destinée à rester libre.

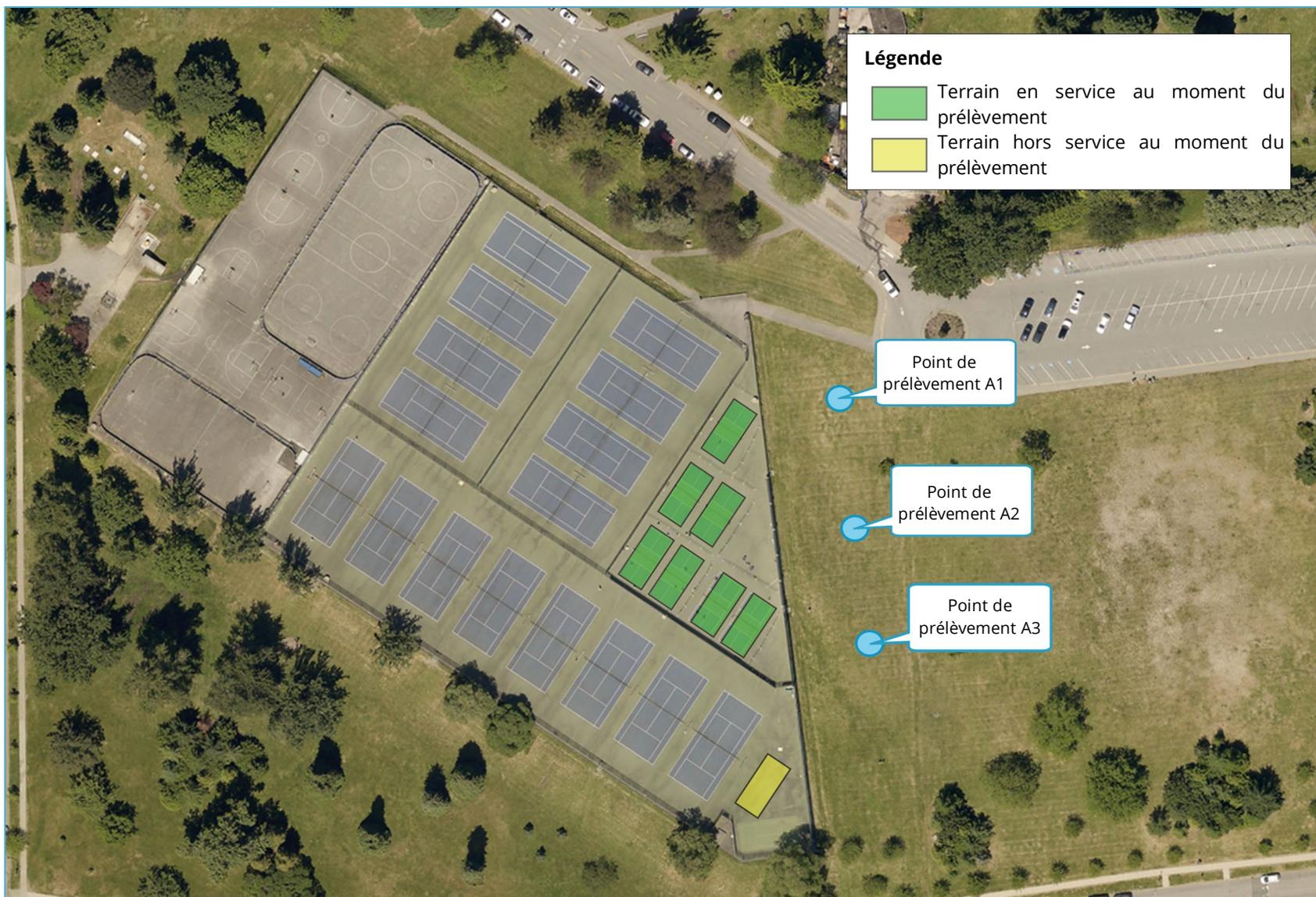


Figure B1 : Photo à vol d'oiseau indiquant les points de prélèvement des mesures et les terrains de pickleball en service dans le parc A

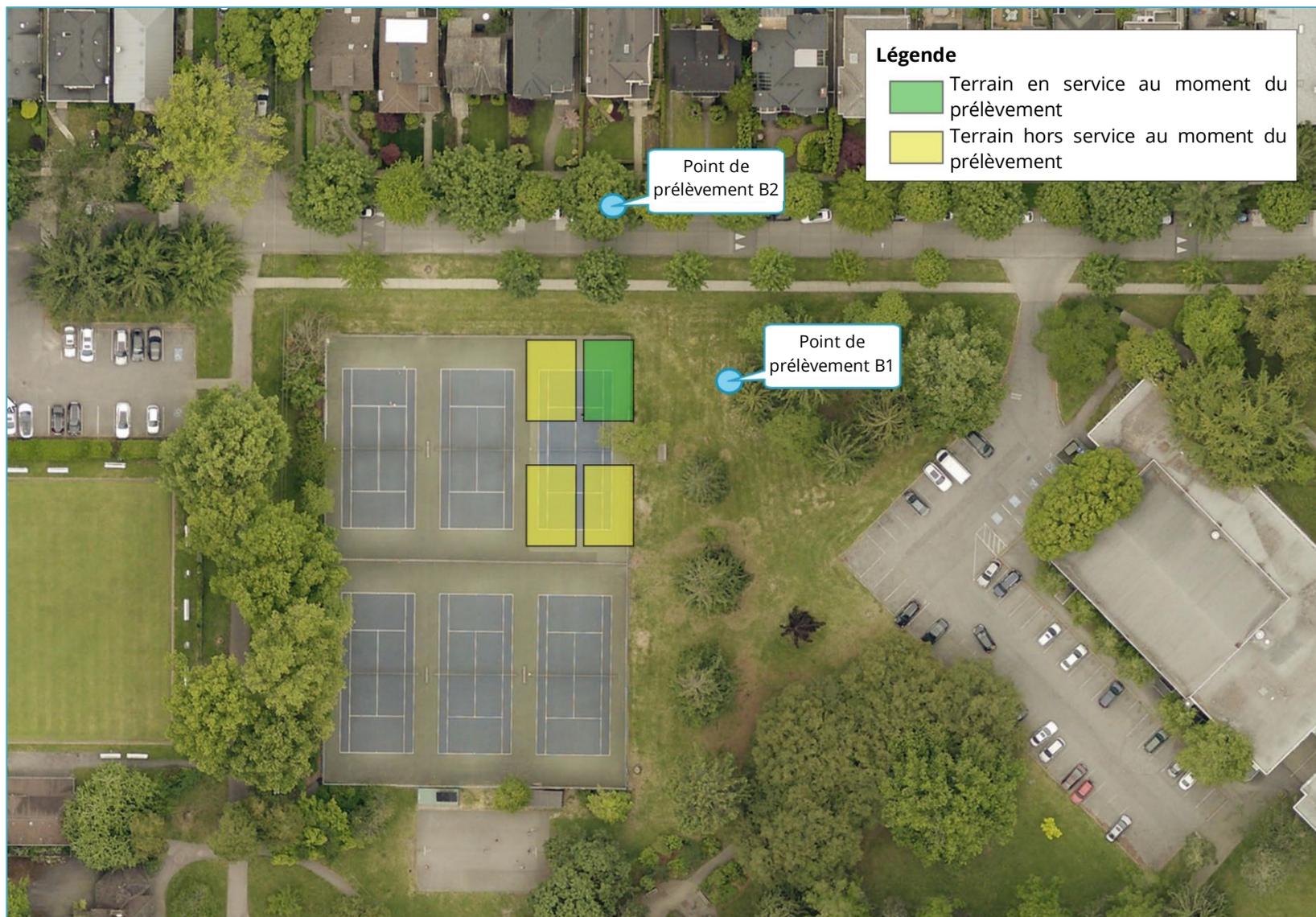


Figure B2 : Photo à vol d'oiseau indiquant les points de prélèvement des mesures et les terrains de pickleball en service dans le parc B



Figure B3 : Photo à vol d'oiseau indiquant les points de prélèvement des mesures et les terrains de pickleball en service dans le parc C



Figure B4 : Photo à vol d'oiseau indiquant les points de prélèvement des mesures et les terrains de pickleball en service dans le parc D



Figure B5 : Photo à vol d'oiseau indiquant les points de prélèvement des mesures et les terrains de pickleball en service dans le parc E



Figure B6 : Photo à vol d'oiseau indiquant les points de prélèvement des mesures et les terrains de pickleball en service dans le parc F