

*Projet présenté par le député :*  
*M. Eric Stauffer*

*Date de dépôt : 26 avril 2018*

**Projet de loi**  
**sur les constructions en zone aéroportuaire** *(Pour des constructions cohérentes dans la zone de l'aéroport)*

Le GRAND CONSEIL de la République et canton de Genève décrète ce qui suit :

**Art. 1 Constructions en zone aéroportuaire**

<sup>1</sup> Le Conseil d'Etat définit un périmètre de non-construction dénommé « Zone aéroportuaire inconstructible ».

<sup>2</sup> Aucune construction en hauteur ne peut être réalisée dans la zone aéroportuaire définie à l'alinéa 1.

<sup>3</sup> Les constructions existantes peuvent être rénovées ou remplacées au même gabarit.

<sup>4</sup> La construction de bâtiments administratifs, commerciaux publics ou des constructions en zone industrielle peuvent bénéficier d'une dérogation du Conseil d'Etat.

**Art. 2 Entrée en vigueur**

La présente loi entre en vigueur le lendemain de sa promulgation dans la Feuille d'avis officielle.

## ***EXPOSÉ DES MOTIFS***

Mesdames et  
Messieurs les députés,

L'aéroport international de Genève prévoit de doubler son développement et le canton, avec ses prévisions d'aménagement du territoire et la construction de grands bâtiments d'habitation proches de l'aéroport, va ramener la ville aux portes de celui-ci. Ceci rappelle la situation des années 1960 où la construction de nouveaux immeubles à Meyrin, dans la proximité de l'aéroport, a contraint ce dernier à restreindre son activité nocturne, car les nombreux locataires avaient entrepris des actions pour limiter les nuisances sonores.

Jusqu'à maintenant, les prévisions de bruit aérien sont associées à la charge sonore du trafic aérien, c'est pourquoi le PSIA<sup>1</sup> a cherché à concilier l'accroissement des mouvements d'avions avec les prévisions de l'aménagement du territoire et la construction de grands bâtiments proches de l'aéroport.

Cependant, depuis 2016 des mesures ont démontré (voir Mesures faites en 2016), contrairement aux prévisions, que les réverbérations du bruit aérien sur les bâtiments sont plus importantes que l'ombre sonore de ces bâtiments. Le bruit n'est plus uniquement proportionnel au trafic aérien mais aussi à l'aire des façades des bâtiments que l'on construit aux abords de la zone aéroportuaire. Cela signifie que, si on densifie les abords de l'aéroport international de Genève sans même en augmenter le trafic aérien, la nuisance sonore subie par les riverains sera amplifiée, entraînant un risque pathogène pour les habitants.

### **En bref :**

#### ***Les réflexions***

Le bruit des avions est amplifié par les réverbérations acoustiques **multiples** sur les façades des bâtiments. Des mesures montrent que le bruit provenant des avions est amplifié par un facteur de plus de 500 fois (voir figure 1), dépendant de la taille et du nombre de bâtiments. Dans ces conditions, la santé des habitants et l'avenir de l'aéroport sont grandement menacés.

---

<sup>1</sup> PSIA : Plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique

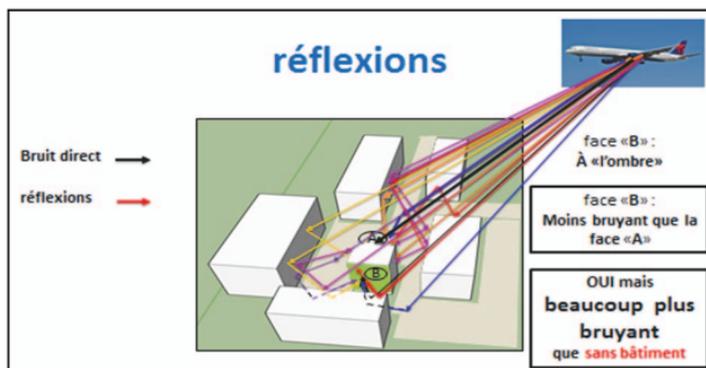


Figure 1 : Réflexions

### *Influence de la hauteur des bâtiments*

La hauteur des bâtiments influence l'amplification. Avec des bâtiments de petite taille, les réflexions sont absorbées par la terre végétale et ne se réverbèrent pas sur les habitations voisines, contrairement aux effets produits par des grands immeubles (voir figure 2).

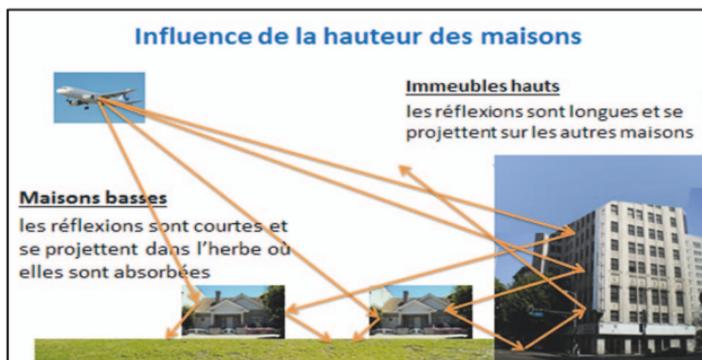


Figure 2 : Influence de la hauteur des maisons

### *Le PIC du bruit*

Un claquement bref répété périodiquement sur l'année aura sa « charge sonore » calculée par la moyenne du bruit perçu durant cette période. Sa valeur sera donc proportionnelle à l'amplitude (le PIC) du claquement et au nombre de claquements annuels. Son incidence sur la moyenne (la charge sonore) sera faible car « diluée » dans le temps.

Avec des réverbérations par les bâtiments, l'amplitude du PIC de bruit 27dB (500×) est bien supérieure à l'accroissement de la charge sonore (rouge) 3dB (2×).

La valeur de PIC représente pourtant la réalité des nuisances perçues (voir figure 3).

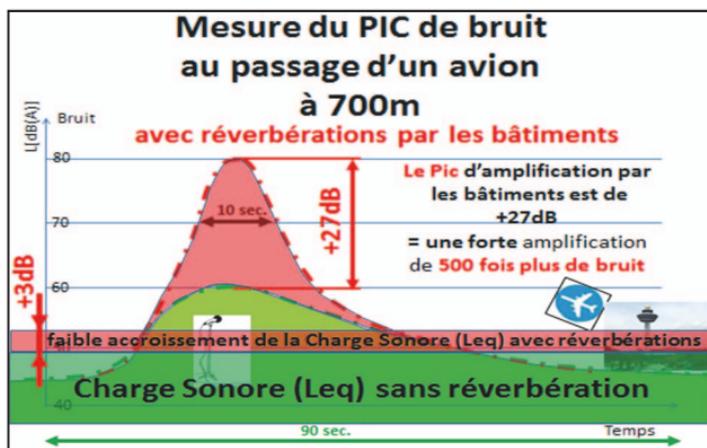


Figure 3 : PIC de bruit dû aux réverbérations

## La législation actuelle

La législation protégeant les habitants des bruits est basée sur une ancienne législation décrite dans l'annexe 5 de l'OPB<sup>2</sup> (l'Ordonnance sur la protection contre le bruit de 1986) qui fixe ses recommandations sur la charge sonore moyenne annuelle. Cependant, à amplitude égale, la valeur de PIC d'un bruit bref est plus dangereuse qu'un bruit continu. Les courbes de bruit sont définies par la **charge sonore**, cette dernière est basée (par calcul) sur **la valeur moyenne** d'un bruit constant équivalent. Ce bruit dépend de la distance des avions aux endroits concernés sur le cadastre ce qui délimite ainsi les zones constructibles. Les effets d'écran et de réflexions ne sont pas pris en compte car ceux-ci « dépassent les capacités des logiciels actuels ».

## Mesures faites en 2016

En avril 2016, des études faites à l'aéroport de Schiphol d'Amsterdam<sup>3</sup> ont démontré un effet d'écran de 14dB(A) pendant 4 secondes, mais en étudiant **leurs mesures** on voit que les réverbérations du bruit des avions sur les bâtiments amplifient la valeur de PIC du bruit d'un facteur de 27dB(A)

<sup>2</sup> Ordonnance sur la protection contre le bruit de 1986 : <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19860372/201601010000/814.41.pdf>

<sup>3</sup> Experimental\_study\_on\_the\_shielding\_performance\_buildings\_aircraft\_noise\_ (Internoise\_2016)

pendant 10 secondes sur la façade exposée (voir annexe : Influence des réverbérations sur les bâtiments à « Amsterdam Schiphol Airport »).

Ceci contredit les affirmations du DETEC (voir leur courrier du 17 octobre 2016) : « *L'effet des réflexions, lesquels se manifestent principalement sur les façades « à l'ombre » du bruit aérien, est selon l'état actuel des connaissances estimé bien moindre que l'effet écran provoqué par les immeubles.* »

Cette affirmation ne prend pas en compte les réflexions latérales induisant des réverbérations sonores **multiples** sur les faces exposées aussi bien que sur les faces « à l'ombre » (voir figure 1 ci-dessus).

La détermination du bruit aérien est régie par une ordonnance fédérale (l'annexe 5 OPB), qui ne prend pas en compte ces réverbérations, comme le précise le Manuel du bruit aérien<sup>4</sup>, car :

*« Le calcul déjà complexe pour le bruit aérien deviendrait trop compliqué pour être encore faisable. Il n'existe actuellement aucun programme de calcul du bruit aérien qui tienne compte des bâtiments. Cette exigence ne correspond donc pas (encore) à l'état de la technique. ... En conséquence et parce qu'aucun programme existant ne peut calculer de telles réflexions de bruit, on renonce dans l'état actuel de la technique à prendre ce phénomène en compte. »*

Nous pensons que ce n'est pas parce que nous ne savons pas **calculer** que la loi ne doit pas prendre en considération ce que des **mesures** démontrent. La protection du citoyen doit passer au-dessus de nos incompétences.

### **Rendez-vous avec M. Luc Barthassat, conseiller d'Etat**

Le 2 décembre 2016, le DETA a été informé des conclusions de l'étude sur les **mesures** de Schiphol. Le SABRA confirme dans sa réponse à la demande de M. Lionel Rudaz, du Secrétariat général du Grand Conseil, pour la Commission des pétitions, que « *Le département formule ses préavis dans le cadre légal fédéral existant et ne peut pas baser son analyse technique du projet de modification de zone en matière de bruit sur des éléments hors de ce cadre légal* »<sup>5</sup>. C'est pourquoi il a été convenu, ce 2 décembre, de déterminer scientifiquement l'impact des réflexions du bruit des avions afin d'entreprendre une démarche auprès de la Confédération pour demander une modification du contexte légal.

---

<sup>4</sup> Manuel du bruit aérien, p. 25, § 332

<sup>5</sup> RE: P 1987 – Séance du 2 décembre 2016 concernant les résonances du bruit aérien

## Résultat de l'étude mandatée par le DETA et le DALE

Ce n'est que le 23 mai 2017 que les mesures, prévues pour le premier trimestre 2017, ont finalement pu se faire, après de longues démarches. Ces mesures ont été interrompues par le changement du sens du vent qui a entraîné le décollage des avions vers Lausanne et non plus en direction du sud-ouest vers Meyrin-Vernier, ainsi seul un tiers des mesures planifiées ont pu se faire. La demande de poursuivre ces mesures n'a jamais été accordée et, de plus, les mesures partielles faites aux Avanchets à 1200 mètres de la piste n'ont pas été utilisées dans le rapport des scientifiques mandatés par le DETA et le DALE. Seuls des calculs contestables, puisque **dépassant les capacités des logiciels actuels**, ont été utilisés pour affirmer que les **effets d'écrans** sonores seront supérieurs aux **effets de réflexions**. L'étude ne s'est donc pas réalisée sur les bases qui auraient permis de confirmer ou infirmer les mesures faites à l'aéroport de Schiphol d'Amsterdam à 700 mètres de la piste.

Une présentation des résultats de ce mandat<sup>6</sup> a été exposée au DALE le 4 octobre 2017 dans sa forme finale.

La conclusion de cette étude prétend, **sur la base de calculs**, que les effets d'écrans sonores seront supérieurs aux effets de réflexions. **Cette conclusion est contestable car elle contredit l'annexe 5 de l'OPB** qui dit que « ... *aucun programme existant ne peut calculer de telles réflexions de bruit* » alors que les **mesures** montrent clairement le contraire.

D'autre part, à la question urgente écrite **QUE 659, en 2017**, le Conseil d'Etat répond que « le DETA et le DALE ont lancé un mandat d'étude prospective et qualitative sur la question des réflexions du bruit des avions ». Le document scientifique, étayé et confirmé par des mesures acoustiques permettant d'apprécier les effets de réverbérations, n'est pas encore disponible.

---

<sup>6</sup> EcoAcoustique\_présentation\_DALE\_04.10.2017\_final.pdf

## Considération sur la santé

La nuisance du bruit sur la santé publique n'est plus à mettre en doute :

- Les études de l'association ADVOCNAR<sup>7</sup> en 2010 et de l'AFSSE<sup>8</sup> en 2004 affirment que « L'émergence et rythme du bruit : un bruit impulsif ayant un caractère soudain et imprévisible est plus nocif qu'un bruit continu de même énergie ».
- En 2011, l'OMS<sup>9</sup>, par sa directrice régionale européenne M<sup>me</sup> Zsuzsanna Jakab, déclare que « La pollution sonore n'est pas seulement une nuisance environnementale mais aussi une menace pour la santé publique ».
- En 2017, l'OFEV<sup>10</sup> informe que : « Le bruit stresse et rend malade. Des niveaux sonores élevés entraînent des lésions auditives irréversibles. Mais les sons indésirables de niveau plus bas ne sont pas inoffensifs non plus : ils peuvent porter atteinte au bien-être psychique et physique. »<sup>11</sup>

## Délimitation d'une zone à risques

Le cadastre du bruit du Plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique (PSIA) délimite clairement la zone dangereuse d'immissions du bruit sur les riverains de l'aéroport à 57dB(A) pour les valeurs de planification des constructions (Valeurs limites d'exposition pour la journée (06 à 22 heures), en Lrt).

Or, la limitation du bruit moyen pour le sommeil recommandée par l'OFEV ne doit pas dépasser 40 à 50dB(A), donc, en sachant que la valeur de la charge sonore moyenne, nous pourrions, sans autres, élargir la courbe rouge des PSIA à 50dB(A), l'amenant à la limite des courbes SITG (voir Carte 2 SITG).

---

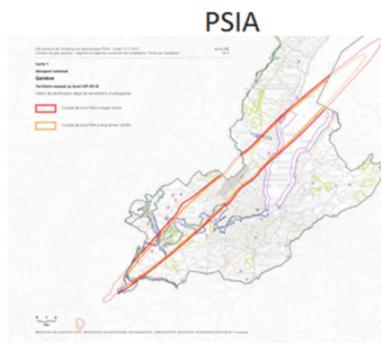
<sup>7</sup> ADVOCNAR : Association de défense contre les nuisances aériennes

<sup>8</sup> AFSSE : Agence française de sécurité sanitaire environnementale

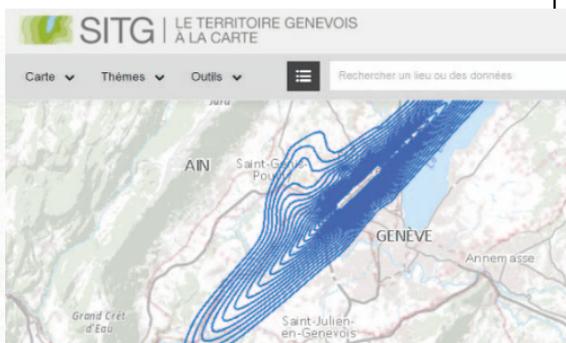
<sup>9</sup> OMS : Organisation mondiale de la santé

<sup>10</sup> OFEV : Office fédéral de l'environnement

<sup>11</sup> De l'OFEV : *Le bruit stresse et rend malade*



**Carte 1 PSIA Territoire exposé au bruit 57dB(A) (VP DS II)**



**Carte 2 SITG du bruit de l'aéroport (limite min 50dB(A))**

## Conclusion

En conséquence et parce qu'aucun programme existant ne peut calculer de telles réflexions de bruit aérien, il est préférable que **l'on renonce à accorder**, dans les endroits à risques délimités par la carte SITG 50dB(A), **des autorisations de construction de grands bâtiments** pouvant engendrer des réverbérations sonores sur leurs voisins.

Par une législation en ce sens, nous éviterions que l'aéroport ne soit considéré comme la source des nuisances insupportables pour ses riverains, alors que c'est l'amplification du bruit produite par les bâtiments qui en sera la source.

Il ne faut pas que l'avenir de l'aéroport soit compromis par l'accroissement des actions pour limiter les nuisances. Laissons donc un espace entre la ville et son aéroport.

## RÉFÉRENCES :

1. PSIA : Plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique  
([https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/fr/dokumente/Politik/Sachplan\\_Infrastruktur\\_der\\_Luftfahrt/Mitwirkungen\\_SIL/geneve-projet-fiche-par-installation-du-15112017.pdf.download.pdf/geneve-projet-fiche-par-installation-du-15112017.pdf](https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/fr/dokumente/Politik/Sachplan_Infrastruktur_der_Luftfahrt/Mitwirkungen_SIL/geneve-projet-fiche-par-installation-du-15112017.pdf.download.pdf/geneve-projet-fiche-par-installation-du-15112017.pdf))
2. Ordonnance sur la Protection contre le Bruit de 1986  
(<https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19860372/201601010000/814.41.pdf>)
3. Experimental\_study\_on\_the\_shielding\_performance\_buildings\_aircraft\_noise\_(Internoise\_2016).pdf  
([https://www.dropbox.com/s/20lawav7xmd0c2c/Experimental\\_study\\_on\\_the\\_shielding\\_performance\\_buildings\\_aircraft\\_noise\\_%28Internoise\\_2016%29.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/20lawav7xmd0c2c/Experimental_study_on_the_shielding_performance_buildings_aircraft_noise_%28Internoise_2016%29.pdf?dl=0))
4. Influence des réverbérations sur les bâtiments à « Amsterdam Schiphol Airport »  
(<https://www.dropbox.com/s/k7oszljlrc1n6en/Influence%20des%20r%C3%A9verb%C3%A9rations%20sur%20les%20b%C3%A2timents%20C3%A0%20C2%ABAmsterdam%20Schiphol%20Airport%C2%BB.docx?dl=0>)
5. Courrier du DETEC du 17.10.2016  
(<https://www.dropbox.com/s/cw1adj7m5ii6w9q/%C3%89tude%20de%20l%E2%80%99impact%20des%20r%C3%A9flexions%20sonores%20dans%20les%20d%C3%A9veloppements%20urbanistiques%20futurs%20.msg?dl=0>)
6. Manuel du bruit aérien  
(<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01870/index.html?lang=fr>)
7. RE: P 1987 – Séance du 2 décembre 2016 concernant les résonnances du bruit aérien  
([https://www.dropbox.com/s/4tx1yt0uyhjalfr/RE\\_P\\_1987\\_-\\_S%C3%A9ance\\_du\\_2\\_d%C3%A9cembre\\_2016\\_concernant\\_les\\_r%C3%A9sonnances\\_du\\_bruit\\_a%C3%A9rien.msg?dl=0](https://www.dropbox.com/s/4tx1yt0uyhjalfr/RE_P_1987_-_S%C3%A9ance_du_2_d%C3%A9cembre_2016_concernant_les_r%C3%A9sonnances_du_bruit_a%C3%A9rien.msg?dl=0))

8. EcoAcoustique\_présentation\_DALE\_04.10.2017\_final.pdf  
([https://www.dropbox.com/s/xyesg0vpnd9pq78/EcoAcoustique%20pr%C3%A9sentation%20DALE%2004.10.2017\\_final.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/xyesg0vpnd9pq78/EcoAcoustique%20pr%C3%A9sentation%20DALE%2004.10.2017_final.pdf?dl=0))
9. ADVOCNAR : Association de défense contre les nuisances aériennes  
(<http://www.advocnar.fr/>)
10. AFSSE : Agence française de sécurité sanitaire environnementale  
(<https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2003et1000Ra.pdf>)
11. OMS : Organisation mondiale de la santé  
(<http://www.euro.who.int/fr/about-us>)
12. OFEV : Office fédéral de l'environnement  
(<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home.html>)
13. OFEV : *Le bruit stresse et rend malade*  
(<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/bruit/info-specialistes/effets-du-bruit/effets-du-bruit-sur-la-sante.html>)

# Influence des réverbérations sur les bâtiments à « Amsterdam Schiphol Airport »

---

Serge Reynaud<sup>1</sup>,

Ingénieur retraité du CERN

Spécialisé en traitement du signal dans le bruit

Coordinateur technique de l'électronique du détecteur de particules CMS-PRESHOWER  
qui a permis la découverte de la particule Boson de Higgs

**Avec 40 ans d'expérience en détection de la voix dans le bruit pour des applications de tirs sportifs**

Cette étude est basée sur une étude acoustique réalisée à l'aéroport de Schiphol<sup>2</sup>.

## **Résumé :**

L'étude faite à l'aéroport de Schiphol d'Amsterdam sur des bâtiments de R+4, R+3 et R+1 avec les avions au décollage, à 700m de la piste, montre que la différence de bruit mesurée sur les façades exposées et les façades à l'ombre des bâtiments peuvent laisser croire faussement à un effet d'écran protecteur du bruit par les bâtiments, d'une durée de 4 secondes.

Ces mesures révèlent cependant une augmentation considérable du niveau sonore sur les deux faces des bâtiments: une augmentation de bruit en valeur de pic, durant 10 secondes, de 27 dB(A) sur les faces exposées et de 19 dB(A) sur les faces à « l'ombre ».

---

<sup>1</sup> serge.reynaud@cern.ch

<sup>2</sup> Experimental\_study\_on\_the\_shielding\_performance\_buildings\_aircraft\_noise\_(Internoise\_2016)

## 1 Introduction :

Les mesures de Schiphol ont été faites sans prendre de micro de référence en champ libre sans réverbération. Pour pallier à cette information manquante nous allons calculer la courbe de bruit théorique du passage d'un avion à 700m de la piste.

Plutôt que d'estimer l'amplitude du bruit au passage d'un avion, nous allons estimer le rapport d'atténuation du bruit que l'on doit avoir entre la valeur de pic et la valeur à l'instant  $t$  en fonction de la distance parcourue par cet avion.

Cette méthode a l'avantage de ne plus avoir à tenir compte du niveau sonore propre de l'avion, le rapport d'atténuation devient indépendant de la source de bruit.

Il suffira de faire correspondre la courbe d'atténuation théorique aux courbes de bruit mesurées sur les micros (M2 et M3). Ces micros se trouvent sur la route dont l'axe croise celle de la trajectoire de l'avion après 30 s de vol. La réverbération sur ces micros est alors limitée à celle de 3dB réverbérée par le sol de la route.

$S_b$  : Source de Bruit

$dis_{tn}$  : distance entre la source et le micro à l'instant  $tn$

$dis_{t=10s}$  : distance entre la source et le micro à l'instant de la valeur de pic max  $t=10s$

$A_t$  : Atténuation du bruit à la distance  $dis_{tn}$

$$\frac{S_b * A_{t=10s}}{S_b * A_{tn}} = \frac{A_{t=10s}}{A_{tn}}$$

## 2 Calcul de l'atténuation du bruit $A_t$ en fonction de la distance :

Si l'on considère, sur le diagramme de la figure 1 ci-dessous, la source de bruit (l'avion) comme constante entre 120° et 20°, nous pouvons assimiler le bruit de l'avion à un bruit sphérique et étudier l'atténuation sonore de façon simple comme dépendant de la distance de l'avion par rapport au micro.

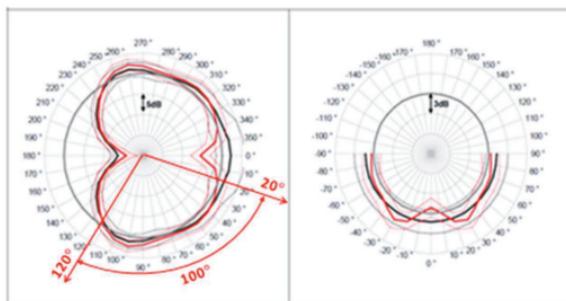


Diagramme de directivité pour l'Airbus A320 au décollage – courbe rouge en gras  
(à gauche plan horizontal, à droite plan vertical)

Figure 1 Distribution du bruit d'un avion

## 2.1 Calcul de l'atténuation, en champ libre, du bruit $A_t$ en fonction de la distance avion/micro

Soit un avion se déplaçant au décollage à une vitesse moyenne de 385km/h et un micro, en champ libre sans réverbération, placé à 700m de la piste. L'avion après 20 (secondes) aura parcouru 2138m et sa distance au micro sera donc de 2250m (Figure 2).

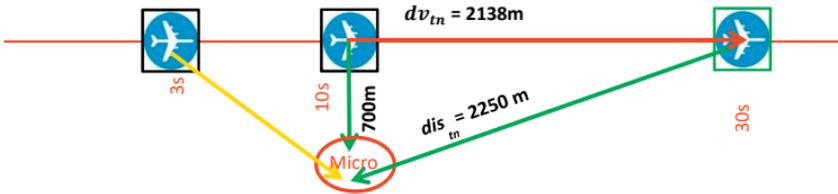


Figure 2 -Configuration

Le niveau d'atténuation du son  $A_t$  d'un l'avion diminue en fonction de la distance au micro au temps  $t$  comme:

$$A_t = (dis_{t0} / dis_{tn})^2$$

à une distance 2 x plus grande, le son est 4 fois plus faible  $10 * \log(1/2)^2 = -6 \text{ dB(A)}$

$dv_{tn}$  = distance de vol depuis l'instant  $t=10s$

$dis_{t0}$  = distance à l'avion au micro au temps  $t=10s$   $dis_{t0} = 700m$ ;

$dis_{tn}$  = distance à l'avion au micro au temps  $t=n= 30s-10s=20s$

$$dis_{tn} = \sqrt{dv_{tn}^2 + dis_{t0}^2} \Rightarrow dis_{tn=20s} = 2250m;$$

Le niveau du son d'un l'avion diminue comme

$$A_t = (dis_{t0} / dis_{tn})^2 = \left( \frac{dis_{t0}}{\sqrt{dv_{tn}^2 + dis_{t0}^2}} \right)^2 = \left( \frac{dis_{t0}^2}{dv_{tn}^2 + dis_{t0}^2} \right) = \left( \frac{1}{\frac{dv_{tn}^2}{dis_{t0}^2} + 1} \right)$$

$$\text{Soit : Atténuation en [dB] } At[\text{dB}] = -10 * \log \left( \left( \frac{dv_{tn}^2}{dis_{t0}^2} \right) + 1 \right)$$

Pour un micro à 700m de la piste le bruit d'un avion sera donc atténué après 20s de vol de :

$$At[\text{dB}] = -10 * \log \left( \left( \frac{2250m^2}{700m^2} \right) + 1 \right) \approx -10 * \log (10) = -10 [\text{dB}]$$

Tableau 1

$dis_{tn}$	$dv_{tn}$	$At=[dB(A)]$	$A_t$	$dis_{t=10s}$
700.00	1	0.00	1.00	700
707.11	100	-0.09	0.98	
728.01	200	-0.34	0.92	
761.58	300	-0.73	0.84	
806.23	400	-1.23	0.75	
860.23	500	-1.79	0.66	
921.95	600	-2.39	0.58	
989.95	700	-3.01	0.50	
1063.01	800	-3.63	0.43	
1140.18	900	-4.24	0.38	
1220.66	1000	-4.83	0.33	
1303.84	1100	-5.40	0.29	
1389.24	1200	-5.95	0.25	
1476.48	1300	-6.48	0.22	
1565.25	1400	-6.99	0.20	
1655.29	1500	-7.48	0.18	
1746.42	1600	-7.94	0.16	
1838.48	1700	-8.39	0.14	
1931.32	1800	-8.82	0.13	
2024.85	1900	-9.23	0.12	
2118.96	2000	-9.62	0.11	
2249.68	2138	-10.14	0.10	

$$At[dB] = -10 * \log \left( \left( \frac{dv_{tn}^2}{dis_{t0}^2} \right) + 1 \right)$$

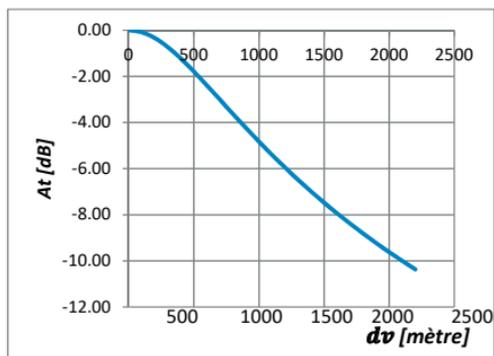
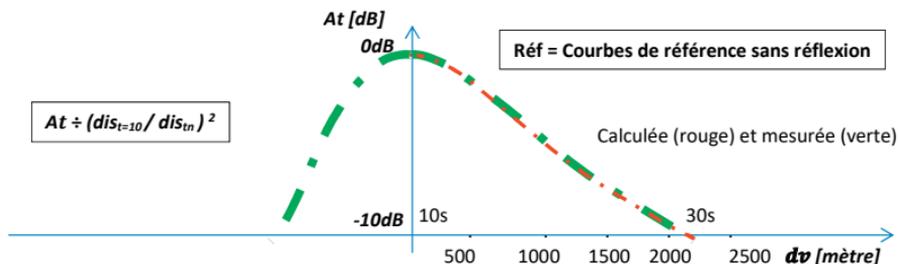
Figure 3 -Atténuation du bruit  $At[dB]$  au passage d'un avion

Figure 4 Atténuation du bruit d'un avion en fonction de la distance sans bâtiment

### 3 Application de la courbe calculée d'atténuation, en champ libre, sur les mesures de Schiphol

L'atténuation de **-10.14 dB(A)** subie au temps  $t=30s$  à **2138m** correspond au passage de l'avion dans l'axe de la route entre les deux bâtiments où sont placés les micros M2 et M3 à l'arrière du bâtiment de référence B1 R+4.

La courbe calculée, d'atténuation en champ libre sans bâtiment, doit se placer, au temps  $t=30s$  à  $-3dB(A)$ , des courbes mesurées sur les micros M2 et M3, qui ne subissent que la réflexion au sol dans l'axe de la route, qui est parallèle aux façades des bâtiments. Il ne peut donc y avoir de réflexion hormis celle au sol.

Nous pouvons placer cette courbe, d'atténuation en champ libre, calculée sur le diagramme de Schiphol en l'ajustant sur le point à **30s**, le pic de bruit du passage de l'avion correspond à l'instant  $t=10s$ .

### 3.1 Ajustement de l'atténuation du bruit $A_t$ pour le site A au décollage

La courbe calculée (en pointillés rouges) de référence sans réflexion de la figure 4, rejoint le signal du micro M2 et M3 à 30s. La **courbe de Référence sans construction (rouge continue)** est décalée de -3dB pour compenser la réverbération du sol.

On observe alors au-dessus de cette **courbe de Référence sans construction**, les effets des réverbérations liés aux bâtiments de R+1 et R+4. En prenant la différence des courbes mesurées avec cette courbe, aux points correspondant aux valeurs mesurées maximales (à  $t=15s$ ), on obtient les rapports de bruit associés aux échos des bâtiments soit 19dB(A) pour les faces à l'ombre et 27dB(A) pour les faces exposées.

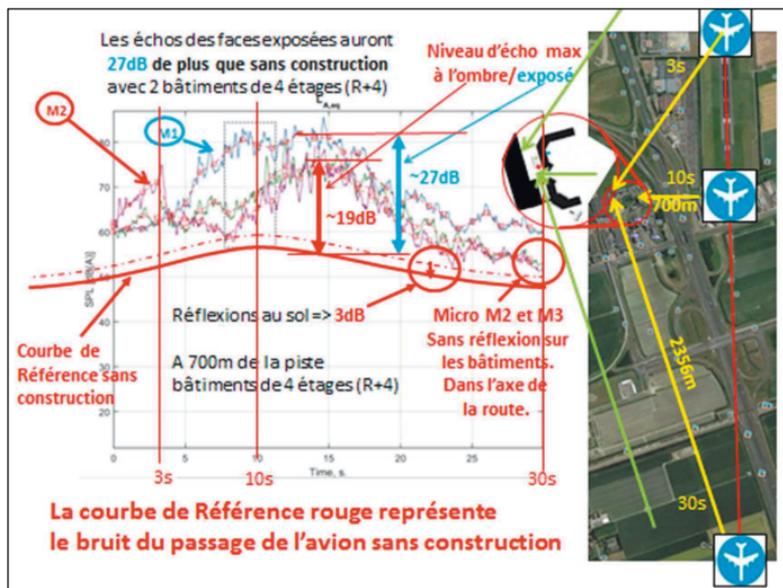


Figure 5 Mesures de Schiphol au décollage

#### 3.1.1 Remarque :

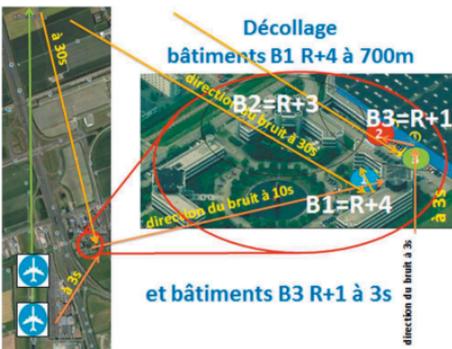


Figure 6 Vue agrandie des bâtiments

Sur les figures 5 et 6 on constate que la hauteur des bâtiments influence la réverbération. Au temps  $t=3s$  on observe une amplification de **10dB(A)** sur le micro M2 (en rouge) comparé au micro M1 (en bleu). Les 2 micros sont pourtant à l'ombre du bruit direct mais le micro M2 reçoit les réverbérations du bâtiment B3 de R+1 étage. Ceci prouve que la réverbération est proportionnelle à l'aire des façades des bâtiments puisque les réverbérations du bâtiment B1 de R+4 sur le micro M1 sont de **27dB(A)** au temps  $t=15s$ .

## 4 Conclusions

Cette étude montre l'amplification des nuisances sonores que peuvent induire les constructions aux abords des aéroports.

Ces mesures montrent que l'amplification des nuisances sonores est proportionnelle à l'aire des façades des bâtiments.

Les mesures de Schiphol montrent, qu'avec les 2 bâtiments en U : B1 (R+4) et B 2 (R+3) nous observons **27dB(A)** (~500 x) d'amplification de bruit.