

CONSTRUCTION D'UNE CRECHE A PARIS XIEME (75)

Notice acoustique

1 août 2014

Maitre d'ouvrage: **Paris Habitat OPH (75)**
Architectes: **Béal & Blanckaert (59)**
Economiste : **Michel Forgue (38)**
BET : **SIBAT (75)**



SOMMAIRE

GENERALITES :

- Présentation de l'étude
- Textes règlementaires

ETUDE PREVISIONNELLE DE L'ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'EXTERIEUR :

- Objectifs règlementaires
- Détermination des objectifs
- Récapitulatif des objectifs
- Logiciel utilisé
- Préconisations

ETUDE PREVISIONNELLE DE L'ISOLEMENT AUX BRUITS AERIENS :

- Objectifs règlementaires
- Logiciel utilisé
- Préconisations

ETUDE PREVISIONNELLE DE L'ISOLEMENT AUX BRUITS D'IMPACT :

- Objectifs règlementaires
- Logiciel utilisé
- Préconisations

ETUDE PREVISIONNELLE DE LA CORRECTION ACOUSTIQUE (TEMPS DE REVERBERATION) :

- Objectifs règlementaires
- Logiciel utilisé
- Préconisations

PRECAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

GENERALITES

Présentation de l'étude

Dans le cadre de la construction d'une crèche à Paris (75), notre bureau d'études vous présente :

- un récapitulatif des objectifs réglementaires concernant l'isolement vis-à-vis de l'extérieur,
- nos préconisations pour satisfaire au respect des exigences réglementaires,
- un récapitulatif des objectifs réglementaires concernant l'isolement aux bruits aériens,
- nos préconisations pour satisfaire au respect des exigences réglementaires,
- un récapitulatif des objectifs réglementaires concernant l'isolement aux bruits d'impact,
- nos préconisations pour satisfaire au respect des exigences réglementaires,
- un récapitulatif des objectifs réglementaires concernant les temps de réverbération (Correction acoustique),
- nos préconisations pour satisfaire au respect des exigences réglementaires,
- les précautions de mise en œuvre à destination de l'ensemble des entreprises en charge des travaux.

Le bâtiment sera situé en centre ville de Paris, Rue Bréguet. Son voisinage le plus proche est constitué d'habitations.

La notice acoustique fait partie intégrante du CCTP.

Textes réglementaires

Cette étude acoustique doit satisfaire aux textes et normes suivants :

Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transport terrestre et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

Cartographie du bruit de Paris

NFS 31-057 : « Vérification de la qualité acoustique des bâtiments »

NF EN 12354: « Acoustique du bâtiment – Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments – partie 1 : isolement acoustique aux bruits aériens entre locaux »

NF EN 12354: « Acoustique du bâtiment – Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments – partie 2 : isolement acoustique aux bruits de chocs entre locaux »

NF EN 12354 : « Acoustique du bâtiment – Calcul des performances acoustiques des bâtiments à partir de la performance des éléments – partie 3 »

L'ensemble de notre étude (étude et préconisations) respecte ces normes et réglementations.

Nota : dans le cas où un critère constituant une obligation de résultat donné dans la suite s'avérerait en contradiction avec un critère issu de l'un de ces textes, on retiendra le critère le plus contraignant.

Pour la réalisation de cette étude, nous nous sommes appuyés sur les plans APD en date de Février 2014 de l'Agence Béal & Blanckaert..

ETUDE PREVISIONNELLE DE L'ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'EXTERIEUR

Objectifs réglementaires

L'objet de la présente étude est de satisfaire aux objectifs réglementaires suivants :

L'ARTICLE 6 DE L'ARRETE DU 30 JUIN 1999 précise que *« l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nTA, tr}$ contre les bruits de l'espace extérieur est évalué selon la norme NF EN ISO 717-1 comme étant égal à la somme de l'isolement acoustique standardisé pondéré D_{nTw} et du terme d'adaptation C_{tr} ».*

Et l'ARTICLE 7 DU DECRET 95-21 DU 9 JANVIER 1995 : *« L'isolement acoustique requis dépend notamment du classement de l'infrastructure de transport terrestre, de la nature et de la hauteur du bâtiment, de la distance du bâtiment par rapport à l'infrastructure et, le cas échéant, de l'occupation du sol entre le bâtiment et l'infrastructure.»*

ARTICLE 6 DE L'ARRETE DU 30 MAI 1996 *« La valeur obtenue après correction ne peut en aucun cas être inférieure à 30 dB (A) »*

« Lorsqu'une façade est située dans le secteur affecté par le bruit de plusieurs infrastructures, une valeur d'isolement est déterminée pour chaque infrastructure selon les modalités précédentes. Si la plus élevée des valeurs d'isolement obtenues est supérieure de plus de 3 dB (A) aux autres, c'est cette valeur qui sera prescrite pour la façade concernée. Dans le cas contraire, la valeur d'isolement prescrite est égale à la plus élevée des valeurs obtenues pour chaque infrastructure augmentée de 3 dB (A).»

Détermination des objectifs

D'après l'arrêté du 30 mai 1996 et compte tenu de la distance, aucune infrastructure de transports terrestre n'influence les objectifs d'isollements vis-à-vis des bruits extérieurs.

Article 6 B DE L'ARRETE DU 30 MAI 1996 *« La valeur obtenue après correction ne peut en aucun cas être inférieure à 30 dB (A). »*

Récapitulatif des objectifs

Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignements

Localisation	Isolement vis-à-vis de l'extérieur $D_{nTA, tr}$
Façade Ouest	30 dB (A)
Façade Nord	30 dB (A)
Façade Sud	30 dB (A)
Façade Est	30 dB (A)

Logiciel utilisé

Feuille Excel développée en interne suivant la méthode décrite dans la norme NF EN 12354-3 (NFS 31-004-3) de juin 2000.

Préconisations

✓ Toiture

- La toiture devra avoir un indice d'affaiblissement au bruit route *ou* $R_{A, tr} \geq 59 \text{ dB}$, performance obtenue par un complexe de type (de l'extérieur vers l'intérieur) :
 - Végétalisation (suivant plans architectes)
 - Etanchéité,
 - Isolant thermique,
 - Béton de 200 mm d'épaisseur

Localisation : Suivant plans architectes

✓ Mûrs périphériques

- Les murs périphériques devront avoir un indice d'affaiblissement au bruit route *ou* $R_{A, tr} \geq 58 \text{ dB}$, et seront constitués de (de l'extérieur vers l'intérieur) :
 - Bardage (suivant plans architectes)
 - Isolant thermique,
 - Béton de 180 mm d'épaisseur

Localisation : Totalité des façades

✓ Châssis vitrés

- Les châssis vitrés séparant les locaux de l'extérieur posséderont, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement acoustique au bruit route *ou* $R_{A, tr} \geq 32 \text{ dB}$. Par exemple, les vitrages de type SGG PLANILUX / SGG PLANITHERM FUTUR N 10 (10) 4 de chez SAINT GOBAIN GLASS ou équivalent offrent ces performances.

Localisation : - Totalité des châssis extérieurs

✓ **Lanterneaux**

(Pas de lanterneaux prévus au projet)

✓ **Entrées d'air**

(Pas d'entrée d'air prévus au projet)

✓ **Coffres de volets roulants**

(Pas de coffre de volet roulant prévus au projet)

ETUDE PREVISIONNELLE DE L'ISOLEMENT AUX BRUITS AERIENS

Objectifs réglementaires

Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignements

Local		Réglementation
Réception	Emission	DnT,A (dB)
Locaux d'activités	Administration	53
Locaux d'activités	Locaux d'activités	43
Infirmierie	Locaux d'activités	53
Infirmierie	Administration	43
Chambre	Chambre	43
Chambre	Administration	50
Chambre	Locaux d'activités	55
Chambre	Infirmierie	50
Tous locaux sauf vestiaires	Sanitaires	50
Vestiaires	Sanitaires	40
Vestiaires	Salle personnel	40
Chambres	Circulation	35
Infirmierie	Circulation	40
Tous locaux sauf chambres et infirmierie	Circulation	30

Logiciel utilisé

Logiciel d'ingénierie d'aide à la conception acoustique prévisionnel des bâtiments ACOUBAT SOUND 2008 V5.0.2 du CSTB.

Préconisations

Les préconisations décrites ci-dessous permettent d'atteindre théoriquement les objectifs réglementaires d'isollements aux bruits aériens sous réserve d'une bonne mise en œuvre.

➤ Cloisons:

- Les cloisons séparant les locaux entre eux devront avoir, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement au bruit rose *ou* $R_A \geq 47 \text{ dB}$. Par exemple, les cloisons de type Placostil 98/48 avec isolant de 45 mm de chez BPB PLACOPLATRE ou équivalent offrent ces performances

Localisation: - Tous locaux / Tous locaux (sauf ceux indiqués ci-dessous), Gains techniques

- Les cloisons séparant les locaux entre eux devront avoir, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement au bruit rose *ou* $R_A \geq 62 \text{ dB}$. Par exemple, un béton de 200 mm ou équivalent

offrent ces performances

Localisation: - Suivant plans architectes

- Les cloisons séparant les locaux entre eux devront avoir, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement au bruit rose *ou* $R_A \geq 70 \text{ dB}$. Par exemple, un béton de 200 mm + doublage de type Calibel 10+80 ou équivalent offrent ces performances

Localisation: - Ascenseur / Tous locaux (sauf circulation), Escaliers / Tous locaux (sauf circulation), Locaux de sommeil / Pole multisports, Sommeil Grand 2 / Circulation, Sommeil Grand 2 / Dgt, Sommeil Grand 2 / Ascenseur, Eveil grands 2 / Circulation

Nota : la jonction entre façade et cloison intérieures ne devra pas être source de pont acoustique.

➤ **Blocs portes**

Les blocs portes avec joint anti pince doigt séparant les locaux entre eux devront avoir, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement au bruit rose *ou* $R_A \geq 30 \text{ dB}$. Par exemple, les blocs portes de type Porte école maternelle de chez Jeld-Wen ou équivalent offrent ces performances

Localisation entre : - Tous locaux / Circulation, Salles de sommeil / Salles d'éveils

Les blocs portes avec joint anti pince doigt séparant les locaux entre eux devront avoir, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement au bruit rose *ou* $R_A \geq 36 \text{ dB}$. Par exemple, les blocs portes de type Club38 de chez Huet ou équivalent offrent ces performances

Localisation entre : - Salles d'éveils / Salles d'éveils

➤ **Châssis vitrés**

- Les châssis vitrés séparant les locaux en eux posséderont, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement acoustique au bruit rose *ou* $R_A \geq 30 \text{ dB}$. Par exemple, les vitrages de type Climalit Planilux 4 (6) 4 de chez Saint Gobain Glass ou équivalent offrent ces performances.

Localisation entre : Salles de sommeil / Salles d'éveils, Tous locaux / Circulation

- Les châssis vitrés séparant les locaux en eux posséderont, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement acoustique au bruit rose *ou* $R_A \geq 36 \text{ dB}$. Par exemple, les vitrages de type Stadip Silence 44.1A de chez Saint Gobain Glass ou équivalent offrent ces performances.

Localisation entre : - Salles d'éveils / Salles d'éveils, Salles de sommeils / Salle de sommeils

ETUDE PREVISIONNELLE DE L'ISOLEMENT AUX BRUITS D'IMPACT

Objectifs réglementaires

Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignements

Local		Réglementation
Réception	Emission	L'_{nTW} (dB)
Salle de repos	Salle d'exercice	55
Tous locaux autres que salle de repos	Tous locaux autres que salle d'exercice	60

Logiciel utilisé

Logiciel d'ingénierie d'aide à la conception acoustique prévisionnel des bâtiments ACOUBAT SOUND 2008 V5.0.2 du CSTB.

Préconisations

Les préconisations décrites ci-dessous permettent d'atteindre théoriquement les objectifs réglementaires d'isollements aux bruits d'impact sous réserve d'une bonne mise en œuvre.

✓ Dalles

- Les dalles seront en béton de 20 cm d'épaisseur et devront avoir, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement au bruit d'impact *ou* $L_{n,w} \leq 69$ dB.

Localisation : -

✓ Carrelage

- Le carrelage devra être posé sur chape et résilient qui devront avoir, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement au bruit d'impact *ou* $\Delta Lw \geq 19$ dB. Par exemple, les résilients de type ASSOUR19 d'épaisseur de chez SIPLAST ou équivalent placé sous une chape de 5cm offrent ces performances.

Localisation : - Tous locaux carrelés

✓ Revêtements de sol Caoutchouc

- Les revêtements de sol Pvc devront avoir, dans leur globalité, un indice d'affaiblissement au bruit d'impact *ou* $\Delta Lw \geq 20$ dB.

Localisation : - Tous locaux en sol caoutchouc

ETUDE PREVISIONNELLE DE LA CORRECTION ACOUSTIQUE (TEMPS DE REVERBERATION)

Objectifs réglementaires

Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignements

Local	Réglementation Niveau « de base » Tr moyen (s)
Bureaux	$0,4 \leq Tr \leq 0,8$
Salle de réunion	$0,4 \leq Tr \leq 0,8$
Chambres	$0,4 \leq Tr \leq 0,8$
Salle d'activités	$0,6 \leq Tr \leq 1,2$
Infirmierie	$0,4 \leq Tr \leq 0,8$
Sanitaires	$0,4 \leq Tr \leq 0,8$
Circulations	$Tr \leq 1,2$ si $250 \text{ m}^3 < V < 512 \text{ m}^3$ $Tr \leq 0,15 \sqrt[3]{V}$ si $V > 512 \text{ m}^3$

Logiciel utilisé

Le logiciel utilisé pour la correction est « Catt Acoustic » Version 8.f distribué par Euphonia pour les grands volumes. Une feuille de calculs Excel développée en interne selon la méthode de calculs de Sabine pour les petits volumes rectangulaires.

Préconisations

Les préconisations décrites ci-dessous permettent d'atteindre théoriquement les objectifs réglementaires de temps de réverbération sous réserve d'une bonne mise en œuvre.

✓ Plafond

- Les faux-plafonds seront des panneaux de laine de verre de forte densité 600 mm x 600 mm mis en œuvre avec un plénum de 300 mm au minimum; ils auront des coefficients d'absorption minimum tels qu'indiqués dans le tableau suivant :

Fréquences en Hertz	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Coefficients d'absorption	0,26	0,65	0,80	0,80	0,90	0,90

Ces panneaux seront de type *Tonga* de 25 mm d'épaisseur de chez EUROCOUSTIC ou équivalent.

Localisation : - Local entretien (Totalité du plafond), Vestiaires (Totalité du plafond)

- Les faux-plafonds seront des panneaux de laine de verre de forte densité de 20 mm d'épaisseur 600 mm x 600 mm mis en œuvre avec un plénum de 200 mm au minimum; ils auront des coefficients d'absorption minimum tels qu'indiqués dans le tableau suivant :

Fréquences en Hertz	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Coefficients d'absorption	0,45	0,90	0,95	0,90	0,90	0,90

Ces panneaux seront de type Royal Hygiène de 20 mm d'épaisseur de chez Rockfon ou équivalent.

Localisation : Local Poussette (Totalité du plafond), Cuisine (préparation chaude et froide) (Totalité du plafond), Légumerie (Totalité du plafond), Laverie (Totalité du plafond), Circulation cuisine (Totalité du plafond), Réserve cuisine (Totalité du plafond), Local Biberon (Totalité du plafond), Local poubelle (Totalité du plafond), Salle jet d'eau (Totalité du plafond),

- Les faux-plafonds seront des panneaux de plâtre perforé mis en œuvre avec un plénum de 200 mm au minimum et une laine minérale de 60 mm; ils auront des coefficients d'absorption minimum tels qu'indiqués dans le tableau suivant :

Fréquences en Hertz	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Coefficients d'absorption	0,60	0,90	0,95	0,95	0,80	0,75

Ces panneaux seront de type *Rigitone 12/25Q* + LM de 60 mm de chez BPB PLACO ou équivalent.

Localisation : - Salles de motricité (Totalité du plafond), Salles de change (Totalité du plafond), Circulations crèche (Totalité du plafond), Bureau direction (Totalité du plafond), SAS d'entrée (Totalité du plafond), Paliers escaliers (Totalité du plafond), Salles de détente (Totalité du plafond), Bureaux (Totalité du plafond), Sanitaires (Totalité du plafond), Salles d'éveils (Totalité du plafond), Salles de sommeil (Totalité du plafond),

BRUITS D'ÉQUIPEMENTS

Objectifs

Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignements

Local	Fonctionnement de manière continue LnAT en dB (A)	Fonctionnement de manière intermittente LnAT en dB (A)
Locaux médicaux	33	38
Infirmierie	33	38
Salles de repos	33	38
Autres locaux non cités ci dessus	38	43

L'émergence globale et spectrale, en limite de propriété du voisinage proche, des équipements devra être limitée à 5 dB (A) en période diurne et 3 dB (A) en période nocturne vis-à-vis du bruit résiduel du site.

Préconisations

L'ensemble des équipements devra respecter les objectifs définis précédemment. Toutes précautions devront être prises pour atteindre ces objectifs (capotage, doublage sur les murs, silencieux, limitation des vitesses, débits, ...).

L'ensemble des équipements ne devra pas générer de vibrations. Toutes précautions devront être prises (mise en place de plot anti vibratile, de résilient, ...).

Les entreprises devront fournir pour validation au bureau d'étude : les plans, schémas de mises en œuvre, les fiches techniques des équipements, les notes de calculs justifiant du respect des objectifs.

PRECAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

La continuité de l'isolation doit être assurée soigneusement (jonctions entre cloisons, jonctions entre façades et cloisons intérieures, jonction entre couverture et parois verticales, ...). Les habillages, les parois, les isolants doivent toujours être posés de façon continue, jointive et homogène.

La mise en œuvre des éléments menuisés vitrés ne doit en aucun cas être filante devant un séparatif (cloison ou plancher) intérieur sans la prise de précautions permettant de respecter les valeurs d'isolement imposées dans le présent document.

Les cloisons non porteuses seront désolidarisées des structures porteuses du bâtiment, voiles verticales ou planchers par la mise en place de bandes résilientes.

L'interruption des doublages par les têtes des séparatifs intérieurs permettra d'éviter tout pont phonique.

L'étanchéité des doublages, constitués d'un parement (plâtre, bois..) et d'un isolant, devra être parfaitement mise en œuvre.

Un film d'étanchéité devra être posé sur l'isolant avant la réalisation de la chape flottante. Les contacts entre la chape flottante et les murs périphériques devront être traités par une bande résiliente ou une remontée d'isolant dépassant de 2 cm minimum du sol fini.

Un joint souple sera mis en œuvre pour éviter tout contact entre le revêtement de sol (céramique, parquet, ...) et la plinthe (paroi verticale).

Une attention particulière sera apportée aux traversées de parois, aux passages en caniveau et aux passages de câbles afin d'éviter tout risque de pont phonique. Toute traversée de parois, de plancher,... par des éléments de plomberie ou d'équipements sanitaires devra être traitée par des fourreaux adaptés avec résilient permettant d'éviter les transmissions aussi bien par voie solidienne qu'aérienne.

Les joints seront soignés et renforcés au niveau des boîtiers électriques, prises de courant, etc...qui seront décalés suffisamment pour réduire au maximum les transmissions sonores lorsqu'ils seront présents de chaque côté d'une cloison.

Les émissions sonores des équipements devront permettre de dimensionner des silencieux et des dispositifs atténuateurs pour leurs prises et rejets d'air. Ce dimensionnement incombe à l'entreprise en charge du lot équipement.

Les entreprises prévoiront dans leur offre tous les matériels, matériaux, sujétions et précisions nécessaires à la parfaite mise-en-œuvre des contraintes acoustiques.

Les entreprises fourniront, pour validation du bureau d'études acoustiques, les procès verbaux d'essais acoustiques des matériaux et matériels proposés ainsi que les plans de détails et de mise en œuvre.

Le bureau d'études *Akoustik Ingénierie & Conseils* se tient à la disposition des entreprises pour toute question relative au projet en question.

GLOSSAIRE

Bruit aérien : Bruit généré et transmis uniquement via l'air environnant la source elle-même.

Bruit de fond : Bruit habituel d'une pièce sans aucune autre source de bruit arrêtable

Bruit d'impact : Bruit généré dans le local d'émission uniquement via le plancher (bruit solidien)

Bruit résiduel : Bruit habituel d'un site sans aucune source de bruit parasite

Bruit rose : bruit contenant toutes les fréquences comme le bruit blanc mais l'amplitude des niveaux sonores décroît de façon linéaire plus les fréquences augmentent (-3 décibels/octave). Bruit permettant d'effectuer des simulations d'isolement entre deux pièces.

Bruit routier : Bruit contenant les fréquences présentes dans le bruit d'un trafic routier. Bruit permettant d'effectuer des simulations d'isolement entre l'extérieur et l'intérieur d'une pièce.

Coefficient d'absorption : Performance propre d'un matériau, dépendant de sa capacité à aborder les ondes sonores.

Décibel : Unité sans dimension servant à exprimer un rapport entre deux valeurs. L'utilisation du décibel permet une étude cohérente des différentes mesures de niveaux sonores. Le décibel exprime toujours une valeur relative à une autre valeur de référence (en général par rapport à la pression acoustique de référence du seuil d'audibilité absolu).

Emergence : Différence entre le niveau sonore en exploitation et le niveau de bruit de fond ou résiduel considéré comme le plus représentatif du site, du local, ...

Hertz : unité de mesure des fréquences.

Indice d'affaiblissement : Performance propre d'un matériau, dépendant de sa constitution (caractéristique intrinsèque), de sa masse, de son épaisseur, de sa raideur, de son élasticité, ... noté $R_w(C : Ctr)$. Les termes C et Ctr sont des termes négatifs et doivent être ajoutés à l'indice d'affaiblissement R_w . Le terme C est utilisé pour obtenir l'indice d'affaiblissement au bruit rose et le terme Ctr pour l'indice d'affaiblissement au bruit routier. Le bruit rose est utilisé pour un son qui va de l'intérieur d'un bâtiment vers l'extérieur, le bruit routier pour un son qui va de l'extérieur d'un bâtiment vers l'intérieur.

Isolement : L'isolement dépend du volume de chaque milieu considéré (émission, réception), du temps de réverbération du local de réception, de la surface du séparatif mitoyen, de la constitution du séparatif (fenêtre dans un mur, entrée d'air, porte, ...), des indices d'affaiblissement des différents constitutifs, des surfaces et constitutions des éléments périphériques. L'isolement est un bilan énergétique de l'ensemble du séparatif.

LAeq : niveau sonore moyen

L90 : niveau sonore dépassé 90% du temps de mesurage

L50 : Niveau sonore dépassé 50% du temps de mesurage

Pondération A : Les courbes de pondération sont des filtres que l'on applique aux niveaux sonores mesurés afin de reproduire sensiblement les sensations de l'oreille. La pondération A correspond au comportement de l'oreille soumise à des niveaux sonores compris entre 0 et 55 dB.

Source impulsionnelle : Source produisant un bruit très court dans le temps et permettant d'émettre le plus de fréquences possible. Exemple : tir de pistolet, ...

Temps de réverbération : Temps que met une impulsion à s'éteindre. En général : Temps que met une impulsion à décroître de 60 décibel. Terme représentatif de la qualité d'écoute d'une pièce.

Tonalité marquée : fréquence ayant un niveau sonore trop élevée par rapport à ses fréquences voisines.