



Chambre de l'Ingénierie
et du Conseil de France



Création d'un indicateur unique de qualité des ambiances sonores

Rapport final du groupe de travail

31 Octobre 2012

Groupe de travail : René Gamba, Thomas Toulemonde, Philippe Guignouard, Frédéric Lafage, Olivier Servonnat, Fatima N'Guyen, Tanguy Legay, Luc Escande

Pilotes : Eric Gaucher, Jacques Millouet

CICF GIAC

Siège : 4 avenue du recteur Poincaré 75782 PARIS Cedex 16

Tél. : 01 44 30 49 43 – Fax : 01 40 50 92 80 – E-mail : giac@cicf.fr – Site Internet : [http:// www.cicf.fr](http://www.cicf.fr)

Contexte et Enjeux

La démarche HQE® propose une méthodologie pour concevoir, construire et exploiter des bâtiments sains et confortables, respectueux de l'environnement, et des ressources non renouvelables, répondant ainsi à une attente croissante de nos concitoyens. Dans ce cadre, des performances élevées sont recherchées, aussi bien dans les domaines de la gestion de l'énergie, de l'eau et des déchets, comme dans celui de l'impact sur la santé et le bien-être, sur l'environnement, ou sur la biodiversité. Mais les indices utilisés par les spécialistes de chacune de ces disciplines sont complexes, en grands nombres, et pour tout dire difficilement compréhensibles par le « grand public ». Dans ce contexte, il est naturel de chercher à exprimer la performance, ou la qualité, à l'aide d'indicateurs uniques, et simples à lire et à comprendre : vert c'est très bon, jaune c'est passable, rouge c'est mauvais. L'étiquetage des réfrigérateurs a démontré l'efficacité de la démarche, mais également ses limites. Ainsi, la note « A », était attribuée à ce qui semblait le « nec plus ultra » ... Mais à peine quelques années après, il a fallu inventer le « A+ » et immédiatement après le « A++ » et maintenant on s'interroge pour changer d'échelle.

A l'heure actuelle, différents organismes travaillent à définir des objectifs de performances mesurables, et à transposer aux bâtiments, l'étiquetage qui a démontré son efficacité au niveau des réfrigérateurs. Ainsi, dans quelques mois on pourrait voir apparaître à l'entrée des bâtiments des « étiquettes vertes, jaunes ou rouge » pour témoigner de la performance de l'immeuble dans les différents domaines de préoccupations du public. Et réciproquement, et comme pour les réfrigérateurs, on peut gager que des paramètres qui étaient jusque-là ignorés par ce même public vont entrer dans le champ de ses préoccupations.

Dans ces conditions, il importe d'être en mesure d'afficher la qualité des ambiances sonores, au même titre que les autres performances du bâtiment. C'est pourquoi le GIAc a proposé la définition d'un indicateur unique témoignant du confort acoustique dans un lieu, quel qu'il soit (bâtiment, partie de bâtiment, lieu extérieur).

L'indicateur unique acoustique devra être en corrélation avec le confort (exprimé ou non) des utilisateurs. Cette notion de confort, avérée ou potentielle, étant indépendante du niveau technologique, la définition de cet indicateur se démarquera des indicateurs uniques de performances déjà en usage :

- Par la méthode d'évaluation, synthèse de paramètres multiples,
- Par sa constance dans le temps et les lieux (il n'évoluera pas vers le A+, ne devrait pas être révisé et devrait être applicable dans tous les pays).

La méthode d'évaluation de la qualité acoustique s'appuie sur la méthode GIAc-ADEME, appliquée depuis 10 ans sur de nombreux programmes, et bénéficiant d'un retour d'expérience. L'indicateur prend en compte les différents paramètres du confort acoustique,

en intégrant en particulier l'équilibre entre les divers aspects ressentis au sein d'un même lieu.

La validation des critères à prendre en compte sera basée :

- sur le retour d'expérience des membres du GIAC,
- sur le corpus de connaissance mettant en correspondance la santé / le confort / le contexte d'usage avec certains critères acoustiques mesurables (ex : niveau sonore acceptable dans une chambre à coucher),
- sur une démarche de validation de la méthode à partir de cas concrets.

Contenu de l'étude

L'étude proposée comprend quatre étapes :

- Le recueil auprès des professionnels de l'acoustique de leur expérience sur les méthodes d'évaluation de la qualité acoustique d'un espace,
- L'analyse des retours d'expériences,
- Le développement des principes d'une méthode de calcul,
- La validation de la méthode par son application à des cas concrets.

Ce document constitue le rapport final de cette étude et reflète l'état des réflexions issues d'une trentaine de réunions effectuées en petit comité parfois (3 ou 4 acousticiens), souvent au sein du groupe de travail du GIAC composé d'une douzaine de personnes, et parfois en réunions plénières dans lesquelles étaient conviés les autres membres de l'association HQE. Les membres ayant participé à ce travail sont les suivants :

GIAC : Fatima N'GUYEN, René GAMBA, Thomas TOULEMONDE, Jacques MILLOUET, Olivier SERVONNAT, Tanguy LEGAY, Frédéric LAFAGE, Philippe GUIGNOUARD, Nicolas LOUNIS, Eric GAUCHER, Laura GOHIER

Association HQE Hors GIAC : Patrice ANDRE (ADEME), Anne de CHAURAND (ROCKWOOL LAT), Nicolas BALANANT (CERQUAL), Sébastien BERCOT (BOUYGUES), Pascal OZOUF (SAINT-GOBAIN GYPSUM), Jean Baptiste CHENE (CSTB), Catherine GUIGOU (CSTB), E. KERVINO (ASSOCIATION HQE), Anne-Sophie PERRISSIN & Nathalie SEMENT (ASSOCIATION HQE)

Table des matières

1	RECUEIL AUPRÈS DES ACOUSTICIENS DE LEUR EXPÉRIENCE SUR LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ ACOUSTIQUE D'UN ESPACE	6
2	DEFINITION DES CLASSES DE QUALITÉ	8
2.1	Exemples d'autres approches européennes appliquées au cas des logements	8
2.1.1	Allemagne	8
2.1.2	Approche autrichienne	9
2.1.3	Approche hollandaise	10
2.2	Définitions retenues pour tous types de bâtiments/activités	10
3	PRINCIPES DE LA MÉTHODE	12
3.1	Principe général	12
3.2	Référentiel A des activités	15
3.2.1	L'agression sonore	15
3.2.2	L'acceptabilité au bruit	15
3.2.3	La réverbération optimale	15
3.2.4	Autres critères	15
3.3	Recensement des espaces du projet	15
3.4	Référentiel A du projet	16
3.5	Calculs, estimations ou mesures	16
3.6	Situation acoustique réelle du projet	16
3.7	Notes	16
4	DEFINITIONS TECHNIQUES	17
4.1	Aspects fréquentiels	19
4.2	Aspects temporels	19
4.3	Cas des vibrations	20
4.4	Pas entre notes	20
4.5	Référentiel A des activités – contenu technique	21
4.5.1	L'agression sonore	21
4.5.2	L'acceptabilité au bruit	22
4.5.3	La réverbération optimale	23
4.6	Référentiel A du projet – contenu technique	24
4.7	Situation acoustique réelle du projet – contenu technique	24
4.8	Notes - définitions	25

5	DU POINT DE VUE DE L'AUDITEUR	26
5.1	Référentiel A des activités	26
5.2	Recensement des espaces du projet	26
5.3	Référentiel A du projet.....	26
5.4	Calculs ou estimations de la situation acoustique réelle dans le cas d'un projet étudié sur plan	27
5.5	Mesures de la situation acoustique réelle du bâtiment dans le cas d'un bâtiment en exploitation	27
5.6	Notation.....	27
6	DES POSSIBILITES D'ENRICHISSEMENT IMPORTANTES	29
6.1	Un avantage mathématique décisif	29
6.2	Vers un outil plus puissant et précis	30
6.3	Vers la caractérisation des activités humaines	32
6.4	Vers l'élaboration d'un cahier des charges	33
7	CONCLUSION	34
8	BIBLIOGRAPHIE.....	35
9	ANNEXE 1 : Questionnaire d'enquête auprès des professionnels	36
10	ANNEXE 2 : Méthode GIAC - ADEME	37
11	ANNEXE 3 : Cas des bruits de chocs.....	40
12	ANNEXE 5 : Le référentiel A des activités	41
13	ANNEXE 5 : application à des exemples concrets.....	45
13.1	Bâtiment d'enseignement : un collège.....	45
13.2	Bureaux.....	50
13.3	Logements	54

1 RECUEIL AUPRÈS DES ACOUSTICIENS DE LEUR EXPÉRIENCE SUR LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ ACOUSTIQUE D'UN ESPACE

Le groupe de travail GIAC a établi un questionnaire portant sur la pratique actuelle d'évaluation des performances de la qualité acoustique des bâtiments (voir Annexe 1). Le questionnaire contenait huit questions portant sur la pratique des acousticiens dans leur domaine de compétence, en particulier sur l'évaluation de la qualité acoustique des bâtiments, le rapport à la réglementation et la connaissance de la méthode GIAC-ADEME.

Ce questionnaire a été proposé à 42 acousticiens, salariés ou responsables de sociétés d'ingénierie acoustique membres du GIAC. Les enquêteurs ont questionné en priorité les personnes travaillant dans le domaine de l'acoustique du bâtiment. Les questions ont été posées oralement, au cours d'une discussion « ouverte ».

Les réponses sont retranscrites par les enquêteurs, membres du groupe de travail.

La synthèse des résultats de l'enquête est présentée ci-après :

1°) Panel représentatif (Questions 1 et 2) :

Les sondés travaillent à 86% dans le domaine du bâtiment, mais aussi dans l'environnement (64%) et en industrie (33%) (Total supérieur à 100% ; plusieurs réponses possibles).

Le panel testé est représentatif des différentes « tranches » d'expérience, avec un peu plus de personnes expérimentées (50% de plus de 15 ans d'expérience).

2°) Les critères de qualité d'ambiance (Question 3) :

Les critères les plus cités sont la réverbération (38%) et les isolements aux bruits aériens (31%), et, plus généralement, les critères courants de l'acoustique du bâtiment pris dans leur ensemble (isolements, bruits de chocs, réverbération, bruits d'équipements), ainsi que le niveau sonore (exprimé en Lp, LAeq, NR, etc.) (29%). Souvent citée également, l'adaptation du niveau sonore recherché par rapport à l'usage du local ou à l'environnement.

Certains « critères » ou référentiels sont également nommés : « Qualitel », « La réglementation », « Speech Privacy », « l'intelligibilité »...

3°) La réglementation (Question 4) :

La réglementation n'est pas une notion de confort pour 52% des sondés, et pour 33%, elle pourrait l'être avec des évolutions nécessaires ou des améliorations.

La seule réglementation citée comme « satisfaisante » concerne la protection des tiers (Décret concernant les « Lieux musicaux »).

Lorsque des objectifs plus ambitieux que les exigences réglementaires sont recherchés, ils concernent essentiellement les bâtiments de logements (29%) et, notamment, les bruits de chocs. Sont cités également, les hôtels (isolement sur circulations communes et bruits des équipements), les cantines scolaires, les chambres d'hôpitaux (isolement entre chambres), les bruits de voisinage (émergence plus contraignante que l'exigence réglementaire)...

4°) Méthode pour proposer des objectifs (questions 5 et 6) :

Lorsqu'il n'existe pas de réglementation, ou lorsque des objectifs plus ambitieux sont recherchés, la méthode la plus citée est la référence à une norme (Norme « Bureaux ») ou un référentiel (Certivéa, Qualitel, OMS,...) (48%) ou à une réglementation comparable (29%). L'expérience propre est également fréquemment citée (36%).

Une majorité s'appuie sur un « retour d'expérience » (33%) ou des comparatifs « mesures/enquête » (19%).

5°) Dégradation de la réglementation ? :

71% des personnes interrogées refusent de suivre des objectifs inférieurs aux exigences réglementaires.

26% ont répondu « oui ». Ce résultat pourrait étonner, mais pour la plupart des réponses, il s'agissait du sujet de l'interprétation de l'application de la réglementation. D'autres ont déjà accepté de dégrader des objectifs réglementaires sous la pression du maître d'ouvrage, mais ont pris des « précautions » (mise en garde écrite,...)

Parmi les cas de « dégradation », sont citées : les cas de « rénovation » pour laquelle il n'existe pas d'exigence réglementaire, des cas d'interprétation particulière des textes réglementaires (usage réel d'un local, Niveaux sonores dépassés en limite de propriété ICPE, mais avec des émergences conformes en ZER). La pression des Maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre est également citée (parti technique imposé).

Il est à noter qu'en fonction de l' « âge », les réponses varient : les moins expérimentés (moins de 5 ans d'expérience) et, surtout, les plus expérimentés sont ceux qui respectent le plus strictement la réglementation.

6°) La méthode « GIAC-ADEME » :

Elle est connue pour 45% des sondés, elle leur paraît « pertinente » (à 90% de ceux qui la connaissent), elle est peu utilisée (21%) et quand elle l'est, c'est souvent pour des opérations spécifiques (écoles de musique, notamment).

2 DEFINITION DES CLASSES DE QUALITÉ

Parallèlement au travail d'enquête, et avant de développer une méthode de calcul, une réflexion a été menée sur une définition « littéraire » possible des différentes classes de qualité et une recherche a été entreprise sur l'existence éventuelle d'une méthode d'évaluation de la qualité en dehors de la France.

2.1 EXEMPLES D'AUTRES APPROCHES EUROPÉENNES APPLIQUÉES AU CAS DES LOGEMENTS

Contrairement à l'approche développée dans le cadre de ce travail qui vise l'ensemble des bâtiments et activités, tous les exemples présentés ci-dessous concernent exclusivement les logements.

2.1.1 ALLEMAGNE

Il s'agit de la recommandation allemande - de la société allemande d'acoustique (DEGA) - concernant le classement acoustique des logements. Cette recommandation définit sept classes A*, A, B, C, D, E, F, dont les définitions rejoignent assez bien celles développées par le groupe de travail.

Les classes de la recommandation DEGA sont les suivantes :

Classe A* : unité d'habitation avec très bonne protection acoustique, qui permet de vivre sans trouble et pratiquement sans considération des voisins

Classe A : unité d'habitation avec très bonne protection acoustique, qui permet de vivre sans trouble et sans grande considération des voisins

Classe B : unité d'habitation avec bonne protection acoustique, qui permet de vivre tranquillement (large protection de la sphère privée) en observant une considération réciproque des voisins sans trouble et pratiquement sans considération des voisins.

Classe C : unité d'habitation avec sensiblement meilleure protection acoustique que la classe D, dans laquelle les habitants trouvent généralement repos en observant un comportement respectueux et dans laquelle la confidentialité reste protégée.

Classe D : unité d'habitation qui remplit la plupart des exigences de la norme DIN 4109 : 1989-11 pour les logements collectifs et les locaux de travail (voir exception en II.3) et qui protège les habitants dans les salles de séjour dans le sens de la protection de la santé contre l'exposition au bruit en provenance de l'environnement extérieur et des logements voisins. On ne peut s'attendre à ce que les bruits de l'environnement ou en provenance des voisins ne soient pas perceptibles. Ceci nécessite une considération réciproque en évitant tout bruit inutile. Cette exigence suppose qu'aucun bruit inhabituel de forte intensité ne soit produit.

Classe E : unité d'habitation ne répondant pas aux exigences de la norme DIN 4109 : 1989-11. Une nuisance en provenance des voisins ou de l'environnement extérieur est possible. La confidentialité n'est plus garantie.

Classe F : unité d'habitation ne répondant clairement pas aux exigences de la norme DIN 4109 : 1989-11. On doit compter avec une nuisance en provenance des voisins ou de l'environnement extérieur, y compris en observant un comportement respectueux de la tranquillité. La confidentialité n'est plus attendue.

Classe EW1 : protection acoustique dans le propre logement avec laquelle la confidentialité ne peut être attendue.

Classe : EW2 protection acoustique dans le propre logement avec laquelle un minimum de confidentialité peut être donnée et des troubles majeurs peuvent être évités.

Des valeurs de performances acoustiques correspondant à chaque classe sont définies dans des tableaux. A titre d'exemple, l'indice d'affaiblissement des planchers et parois séparatives varient de $R'w \geq 72$ à $R'w < 50$ dB, les indices des portes palières de 40 à 22 dB (accès via un sas), le niveau de réception au bruit de chocs $L'n,w$ de ≤ 28 à >60 dB.

Les paramètres étudiés sont :

- L'affaiblissement au bruit aérien des séparatifs (planchers et murs),
- L'affaiblissement des portes palières (en accès direct ou via des sas),
- Le niveau de bruit des équipements techniques des logements,
- Le niveau de bruit lié aux utilisateurs et à une machines à chocs spécifique pour déterminer la désolidarisation vibratoire,
- L'isolement de façade,
- Le niveau sonore en provenance de locaux d'activités (restaurant, bureaux, cabinet médicaux, etc.),
- L'isolement au bruit aérien et solidien à l'intérieur d'un même logement.

Cette recommandation comprend également une appréciation « subjective » des situations concernant la confidentialité et la perception des bruits entre appartements.

2.1.2 APPROCHE AUTRICHIENNE

En 2007, Saint Gobain Isover propose quatre classes de confort acoustique sur la base d'un projet réalisé à l'Université de Vienne en Autriche. Des calculs évaluant les niveaux de perception (audible ou non) des différentes activités dans un logement permettent d'obtenir des conditions en termes d'isolement aux bruits aériens et aux bruits d'impact définies pour quatre classes acoustiques. Il est par ailleurs précisé, que les surcoûts générés pour atteindre les classes correspondant à un confort acoustique amélioré dans les logements sont estimés entre 1 et 7 % du prix de la construction.

2.1.3 APPROCHE HOLLANDAISE

Sur la base des ressentis des utilisateurs (enquête sociologiques et psychoacoustiques) et des mesures réalisées, cinq classes ont été définies aux Pays-Bas. La classe correspondant au meilleur confort acoustique est la classe I avec un pas de 5 dB entre chaque classe, et la classe V représente la pire des classes. Le tableau suivant représente les valeurs correspondant aux deux classes II et III.

Indicateur		Classe III	Classe II
Isolement aux bruits aériens intérieurs	$D_{nT,A}$	> 52 dB	>57 dB
Isolement aux bruits de choc	$L'_{nT,w} + C$	< 53 dB	<48 dB
Isolement aux bruits aériens extérieurs	$D2mnT + Ctr$	> 23 dB	>28 dB
Bruits d'équipement	$L_{nAT} + Ctr$	< 30-35 dB	<25-30 dB

2.2 DÉFINITIONS RETENUES POUR TOUS TYPES DE BATIMENTS/ACTIVITES

A partir de l'analyse bibliographique et en essayant de rester en phase avec les autres approches initiées dans le cadre de HQE performance, le groupe de travail a retenu les définitions qualitatives des cinq classes de qualité, présentées ci-dessous :

- A** lieu très confortable, sans restriction dans le cadre de l'usage « prévu »
- B** dito A mais avec désagréments ponctuels dans le temps et /ou l'espace
- C** usage normal / conformité réglementaire, suppose quelques restrictions d'usage
- D** implique de fortes restrictions d'usage / non conformité réglementaire
- E** insalubre / impropriété à l'usage

Le strict respect des exigences réglementaires, quand elles existent, devrait correspondre en général (si la réglementation est bien « conçue ») à la classe C

Ce classement amène plusieurs remarques :

- Il s'agit de notions de confort. Les notions de contraintes techniques et/ou financières ne sont absolument pas prises en compte. Son caractère universel de l'approche implique que certains types de bâtiments atteindront difficilement la note A (typiquement les logements collectifs) alors que d'autres l'atteindront facilement (typiquement les logements pavillonnaires en environnement calme).
- La note A correspond à un ensemble de caractéristiques acoustiques qu'il est inutile de chercher à renforcer puisque le confort de l'ensemble des activités concernées (celle du

Page 10 sur 63

local étudié et celles des espaces voisins) n'en serait pas amélioré. Par principe, on n'imagine donc pas d'évolution vers un « A+ »

- La note C correspond à l'usage normal et suppose quelques « retenues » dans l'usage, et la perception de quelques désagréments. Une réglementation devrait par principe viser au moins une qualité de cet ordre. Notons que le système de notation IU est défini indépendamment de la réglementation française. Certains cas strictement réglementaires pourront donc correspondre aux notes B ou D selon l'histoire ou les contraintes technico-économiques.
- La note E dite « insalubre » fait référence à une notion de santé : si les activités concernées sont effectivement pratiquées, il peut y avoir une conséquence sanitaire (en général à long terme). Notons cependant que les conséquences sanitaires du bruit sont d'abord reliées aux notions de stress. Dans ce sens, une note D peut également correspondre à une augmentation de stress aussi bien pour celui qui fait du bruit que pour celui qui le subit. En effet, le stress intervient quand les utilisateurs ne sont pas en mesure de maîtriser, ou de « contrôler » la situation. Quand les performances acoustiques sont inférieures à un certain seuil, quelque-soit l'effort fait par le bruiteur pour ne pas être gênant, il sera entendu par le voisin ... le bruiteur ne contrôle plus la situation, il stresse. Réciproquement, et toujours quand les performances acoustiques sont insuffisantes, le voisin quelque-soient ses efforts ne parvient pas à se soustraire à la perception du bruit gênant. Il ne maîtrise pas la situation : il stresse.
- La graduation des notes entre B et E peut être interprétée comme l'indication d'un environnement de plus en plus stressant tant pour l'aspect agressif du bruit des activités (il faut faire un effort croissant pour éviter de gêner l'autre) que pour l'aspect sensible de l'activité (je suis de plus en plus gêné dans mon activité)

3 PRINCIPES DE LA MÉTHODE

3.1 PRINCIPE GÉNÉRAL

Malgré un important effort de normalisation et de réglementation depuis 1992, la perception des sons et des bruits, et la gêne qui peut en résulter sont habituellement considérées comme « relevant du subjectif ». On veut dire par là qu'elles relèvent d'une appréciation portée par un individu. Mais cela ne signifie pas du tout que cette perception ou cette gêne ne répondent à aucune loi et peuvent varier de façon imprévisible et inexplicable. En effet la perception des bruits, comme la gêne qui en résulte ont fait l'objet de très nombreuses études qui ont permis d'établir les lois de la perception sonore, et celles qui régissent la gêne due au bruit. Ces lois ne sont pas approximatives, ou aléatoires. Elles sont connues et respectées par l'ensemble de la communauté des acousticiens. En particulier, compte tenu des aspects logarithmiques des perceptions sonores, un consensus est facilement atteint dans les situations sans problèmes (correspondant à la note A) et les situations insupportables (note E). Les débats portent donc toujours sur les situations intermédiaires. Il nous a fallu identifier la limite de la note A et la limite de la note E pour quantifier l'ensemble des notes A à E. Naturellement, ces limites sont le reflet des expériences acquises des acousticiens qui se sont réunis pour les exprimer.

La note IU reflète l'adéquation des qualités acoustiques des espaces avec les activités qui y sont pratiquées. L'importance de la bonne analyse des activités pratiquées dans l'espace considéré mais également dans les espaces voisins et dans l'environnement doit être bien appréhendée. Le fait de quantifier les caractéristiques acoustiques des activités, au-delà de nombreux avantages méthodologiques (recherche de l'équilibre entre les différents bruits) et mathématiques (complexité croissant proportionnellement au nombre d'activités et non au carré de ce nombre), oblige les différents acteurs – en particulier le Maître d'Ouvrage et l'acousticien – à toujours mieux préciser les activités prévues dans le projet.

Cette notation est par principe définie à un instant de la vie du bâtiment car les activités, l'environnement, le bâtiment ou l'urbanisme varient dans le temps et chacun de ces aspects peut modifier fondamentalement la qualité acoustique du lieu, ce qui est effectivement pris en compte par la présente approche.

La méthode propose d'établir un référentiel de performances acoustiques correspondant à la classe A et une méthode de notation permettant de situer le projet à noter par rapport à ce référentiel et donc de lui affecter un classement allant de A à E.

Le référentiel A est construit sur une base similaire à la méthode GIAC - ADEME (voir schéma en annexe 2). Il prend en considération un niveau acoustique d'agression (Nag), un niveau d'« acceptation » (Nac) et la « réverbération ».

Le niveau d'agression correspond au niveau sonore généré par les activités dans les différents espaces concernés par le projet, intérieures ou extérieures, le niveau d'acceptation représente la sensibilité au bruit des occupants des espaces, la réverbération des espaces intervenant sur l'ensemble des sons.

Chaque espace est noté en fonction de l'écart de ses performances acoustiques par rapport à celles de la classe A.

Les chapitres suivants développent et explicitent chacune des cases du schéma général suivant.

3.2 RÉFÉRENTIEL A DES ACTIVITÉS

Il s'agit d'une base de données permettant de connaître, pour chaque activité humaine, les caractéristiques acoustiques correspondant à la note A, c'est à dire un lieu très confortable, sans restriction dans le cadre de l'usage « prévu ».

Les critères acoustiques se répartissent en trois catégories :

3.2.1 L'AGRESSION SONORE

Elle correspond de manière générale au niveau raisonnablement le plus élevé des bruits intermittents susceptibles de perturber les activités pratiquées dans les locaux voisins.

3.2.2 L'ACCEPTABILITE AU BRUIT

L'acceptabilité au bruit d'une activité se décline en deux catégories

Le bruit de fond : c'est un objectif énergétique défini par un niveau sonore des bruits continus et large bande. Il peut s'il est trop élevé engendrer une fatigue, mais il ne doit pas non plus être trop faible car il permet par ailleurs de masquer les bruits agressifs non désirés.

Le niveau d'acceptabilité Nac correspond au niveau maximal des bruits émergents tolérés par l'activité

3.2.3 LA REVERBERATION OPTIMALE

La réverbération optimale d'une activité est une fonction du volume de l'espace considéré et de l'activité considérée. Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes limités à la durée de réverbération, mais ce critère peut en théorie correspondre à l'ensemble des critères d'acoustique des salles.

3.2.4 AUTRES CRITERES

D'autres critères sont parfois pris en compte par les acousticiens car ils influent parfois de manière prépondérante sur la qualité acoustique d'une situation. On peut citer comme exemples :

La densité d'occupation (dans les restaurants, cantines, crèches...)

La présence ou non de cloisonnettes (ayant pour but de limiter la propagation des bruits)

3.3 RECENSEMENT DES ESPACES DU PROJET

Lorsqu'on étudie un projet, il est nécessaire de recenser les espaces qui le constituent. Dans ce cadre, les espaces sont définis par

- Une localisation géographique impliquant des contigüités avec d'autres espaces recevant d'autres activités
- Une activité correspondant à l'un des cas du référentiel A des activités
- Un volume permettant de définir une durée de réverbération optimum

3.4 RÉFÉRENTIEL A DU PROJET

Il s'agit de l'ensemble des valeurs issues du référentiel A des activités qui seront utiles dans le cadre du projet étudié.

Remarque : Le principe général permet en théorie de définir à partir de ce référentiel A un cahier des charges pertinent dans le cadre d'un projet, qui pourrait être exprimé en note A, B ou C, ce n'est pas l'objet du travail présenté ici qui est de donner une appréciation globale. Des réflexions sur la génération d'un cahier des charges sur ces bases pourraient être menées au-delà du travail présenté ici. On pourrait par exemple réfléchir à la pertinence d'introduire alors des nuances entre les valeurs, de type : B- ou C+.

3.5 CALCULS, ESTIMATIONS OU MESURES

Il s'agit de l'ensemble des éléments quantitatifs permettant de caractériser d'un point de vue acoustique le projet étudié. Selon les cas, la valeur recherchée peut être obtenue directement (mesure directe de bruit de fond), par calcul ou bien indirectement en combinant des mesures (de bruit émis) et des calculs (d'isolement) pour en déduire le niveau de bruit transmis, sans avoir eu à le mesurer.

3.6 SITUATION ACOUSTIQUE REELLE DU PROJET

Il s'agit de l'ensemble des valeurs des critères acoustiques traditionnellement utilisés : $D_{nT,A}$, L'_{nTw} ... issu des calculs, estimations ou mesures.

3.7 NOTES

Notes de réverbération, de bruit émergent, de bruit de fond

Ces trois notes sont calculées pour chaque local du projet en définissant une « distance » entre la « situation acoustique réelle du projet » et le « référentiel A du projet ».

En pratique, on pourra identifier rapidement des locaux similaires qui recevront a priori la même note afin de réduire le nombre de cas étudiés aux locaux types.

Note globale par local

Il s'agit d'une synthèse des trois notes précédentes caractérisant globalement la qualité acoustique du local considéré au regard des activités prévues.

Note de voisinage

Construite sur le même principe de distance entre référentiel A et situation acoustique réelle, cette note s'applique au voisinage du projet.

IU : Note du bâtiment / activités

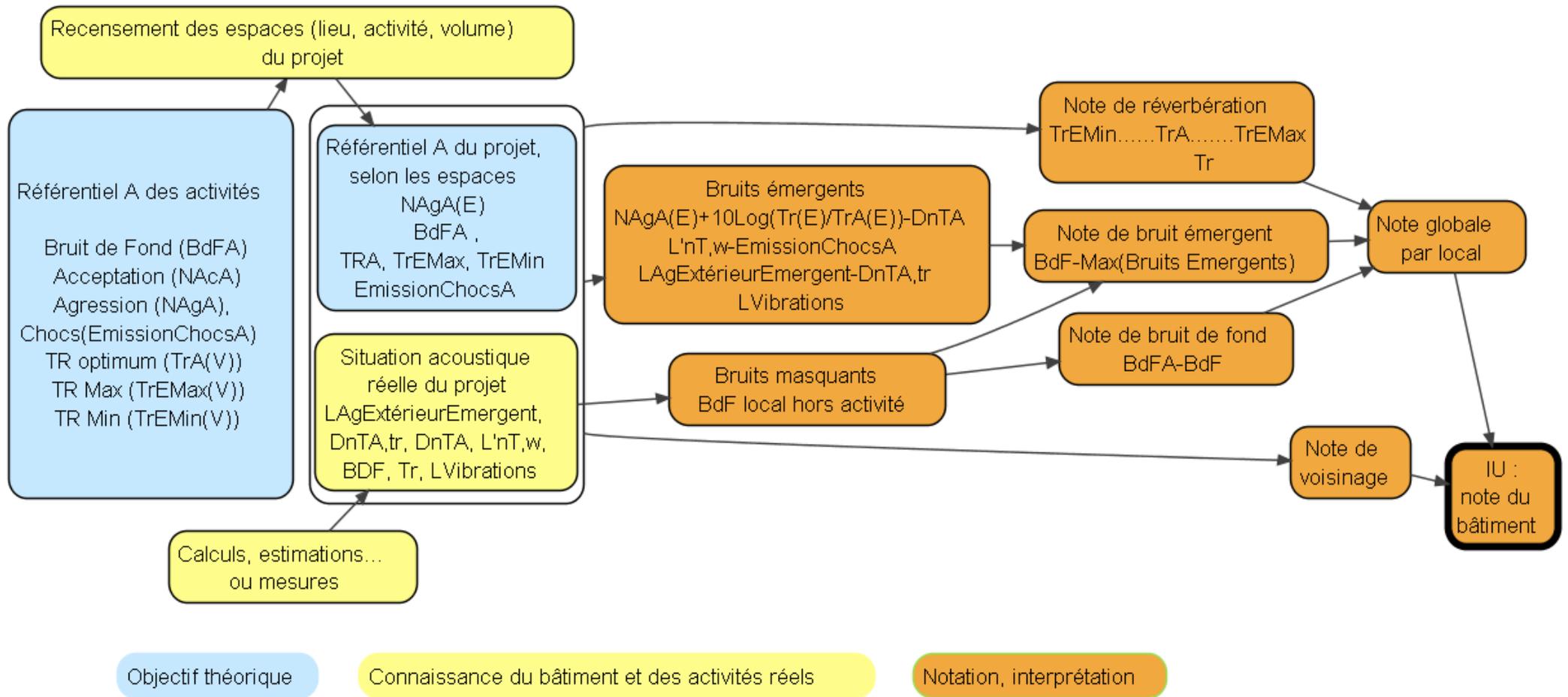
L'Indicateur Unique IU est alors défini comme la note globale du bâtiment et des activités qu'il accueille synthétisant l'ensemble des notes des différents locaux et de voisinage.

4 DEFINITIONS TECHNIQUES

Les définitions techniques sont présentées dans le schéma ci-dessous qui reprend en le précisant le schéma de principe général en incluant les grandeurs acoustiques concernées.

Comme précédemment, les différentes cases de ce schéma sont précisées dans les chapitres suivants.

INDICATEUR UNIQUE (IU)
Définitions techniques



4.1 ASPECTS FREQUENTIELS

L'approche fréquentielle des phénomènes acoustiques est très importante en conception en particulier car les phénomènes physiques peuvent être différents selon les fréquences concernées.

En matière de perception, les fréquences jouent également un rôle important dans les phénomènes de masquage et d'émergence.

Néanmoins, compte tenu de la nouveauté de la démarche et des nouveaux concepts qu'elle introduit, nous avons préféré dans un premier temps raisonner en niveau global pondéré (A). La démarche sera strictement la même quelle que soit la bande de fréquence considérée. Par ailleurs, nous n'avons aujourd'hui quasiment pas de données homogènes sur les aspects fréquentiels des activités, bases de la méthode.

En conclusion, on retiendra les idées suivantes :

- L'approche est dans un premier temps à valider en niveau global (A)
- Elle pourra être dans un second temps et assez rapidement renforcée par la connaissance de valeurs à l'octave « 125 Hz » (ce qui était amorcé dans la méthode GIAc ADEME)
- A terme, une telle méthode automatisée sous forme d'un programme informatique pourra sans difficulté être appliquée par bandes d'octave, voire de tiers d'octave lorsque notre connaissance des caractéristiques acoustiques des activités humaines sera plus riche
- En conséquence, il sera important lors de mesures d'activités effectuées pour enrichir nos connaissances du « référentiel A des activités » d'effectuer ces mesures par bandes de tiers d'octave.

4.2 ASPECTS TEMPORELS

De même que pour l'approche fréquentielle, il est possible d'être plus fin dans l'analyse en distinguant différentes périodes temporelles. Quelques exemples :

- L'activité d'un logement diffère clairement entre le jour (repos et activités diverses) et la nuit (sommeil)
- L'activité d'un lycée diffère entre les horaires de cours et les interclasses ou récréations : il n'est pas nécessaire de mettre des portes particulièrement performantes entre salles de classe et circulation si tous les élèves sont dans le couloir

Dans les cas où une telle distinction s'avère nécessaire, il convient de définir les caractéristiques des activités selon les périodes, puis dérouler l'ensemble de la méthode et enfin conclure par la plus mauvaise des notes.

Ceci pourra être affiné au fur et à mesure de l'amélioration de notre connaissance des caractéristiques acoustiques des activités.

4.3 CAS DES VIBRATIONS

On ne s'intéresse ici qu'à la dimension audible des vibrations.

Néanmoins, les vibrations sont également susceptibles de procurer une gêne tactile pouvant perturber l'activité voire générer des malaises pour les occupants.

On pourra imaginer assez simplement ajouter une note de perception tactile (basée sur la norme) dans la note par local.

Deux cases sont actuellement prévues correspondant aux vibrations continues et intermittentes. Les vibrations les plus fréquemment rencontrées sont dues aux passages de trains et sont donc de nature intermittente. L'acousticien définira les valeurs selon les cas.

4.4 PAS ENTRE NOTES

De manière générale, les notes portent soit sur des niveaux sonores, soit sur des durées de réverbération.

De longues discussions et essais complémentaires ont permis de définir globalement le pas entre les différentes notes A à E, qui a été jugé pertinent de manière très générale :

En ce qui concerne les niveaux sonores, le pas entre deux notes est de 6 dB.

Ainsi, si la valeur du référentiel A d'un niveau de bruit vaut 21 dB(A), alors on aura

Note A : en deçà de 21 dB(A)

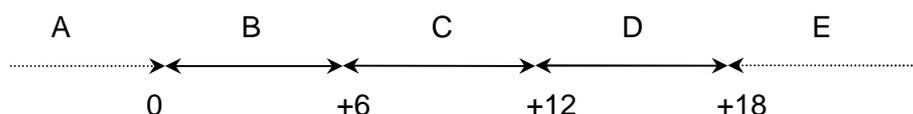
Note B : entre 21 et 27 dB(A)

Note C : entre 27 et 33 dB(A)

Note D : entre 33 et 39 dB(A)

Note E : au-delà de 39 dB(A)

Ou encore en termes d'écart de niveaux :



En ce qui concerne les durées de réverbération, le pas est défini activité par activité, et peut être différents entre les TR au-dessus de la valeur de référence TRA et les TR au-dessous de la valeur de référence TRA. Voir Chapitre 4.5.3

4.5 REFERENTIEL A DES ACTIVITES – CONTENU TECHNIQUE

Il s'agit d'une base de données permettant de connaître, pour chaque activité humaine, les caractéristiques acoustiques correspondant à la note A, c'est à dire un lieu très confortable, sans restriction dans le cadre de l'usage « prévu ».

Les critères acoustiques se répartissent en trois catégories :

4.5.1 L'AGRESSION SONORE

Elle correspond de manière générale au niveau des bruits émergents.

Les bruits émergents du bruit de fond peuvent l'être selon l'une ou l'autre des trois dimensions suivantes :

- Temporelle : on parle de bruits intermittents
- Fréquentielle : on parle de son pur ou de couleur
- Energétique : même un son large bande et continu peut émerger si son niveau est nettement supérieur au bruit de fond composé de tous les autres bruits (typiquement l'émergence d'un équipement technique dans le voisinage)

A l'intérieur des bâtiments, c'est presque toujours les bruits intermittents qui émergent (parole de voisins, bruits de pas...)

Dans un premier temps, nous avons retenu comme bruits émergents les phénomènes suivants :

- Bruits aériens en provenance des locaux voisins
- Bruits de chocs en provenance des locaux voisins
- Bruits d'équipements intermittents
- Bruits en provenance de l'extérieur intermittents
- Bruits générés par des vibrations intermittentes

Le niveau d'agression N_{ag} peut être en première approximation défini comme le L_{10} de l'activité auquel on ajouterait une correction de nature correspondant à la couleur ou à la sémantique du signal voir en annexe la méthode GIAC/ADEME.

Dans le cas des bruits de chocs, nous avons dû introduire une nouvelle grandeur que nous avons appelé Emissionchocs et qui est présentée au chapitre 11 : Annexe CAS DES BRUITS DE CHOCS

Cas des bruits masquants (bruits continus, large bande)

Trois cas particuliers sont pris en compte dans l'approche actuelle : les bruits continus d'équipements techniques ainsi que les bruits continus des infrastructures routières qui forment dans la majorité des cas le bruit de fond une fois transmis dans le local.

Une case est également prévue pour le cas particulier où une source vibratoire aurait une composante de type bruit masquant.

4.5.2 L'ACCEPTABILITE AU BRUIT

L'acceptabilité au bruit d'une activité se décline en deux critères BdF et Nac

Le bruit de fond : c'est un objectif énergétique défini par un niveau sonore maximal des bruits masquants, c'est à dire continus et large bande.

Il peut être défini dans différentes configurations :

Nom	Bâtiment en état de fonctionner, équipements techniques communs en fonctionnement	Activités normales dans tous les autres locaux voisins	Equipements du local sous tension	Local en activité normale	Exemple
BdF bâtiment hors activité	oui	non	non	non	réception d'un bâtiment neuf
BdF bâtiment en activité, local inactif	oui	oui	non	non	local inoccupé et sans machine dans un hôpital en activité
BdF bâtiment en activité, local prêt à accueillir l'activité	oui	oui	oui	non	bureau inoccupé, ordinateurs allumés dans un immeuble occupé
BdF local en activité	oui	oui	oui	oui	journée normale d'un appartement

- BdF du bâtiment hors activité. Cette définition est en général retenue dans les cahiers des charges de conception d'ouvrages.
- BdF local en activité. C'est celle qui devrait être prise en compte dans le cadre de l'objectif de la présente étude puisque c'est la plus proche de la réalité. Elle est particulièrement variable, ce qui rend son utilisation délicate.

On retiendra dans le cadre de cette étude la définition habituellement retenue en acoustique du bâtiment : BdF du bâtiment hors activité. Les équipements du bâtiment sont tous en fonctionnement. On suppose donc implicitement qu'il y a des périodes pendant lesquelles l'activité du local est totalement silencieuse et que les activités des espaces voisins ne participent pas au bruit de fond.

On pourra tenir compte ultérieurement d'un bruit de fond local en activité pour définir la note d'émergence car il est parfois fort différent du bruit de fond hors activité. Néanmoins ce bruit

Page 22 sur 63

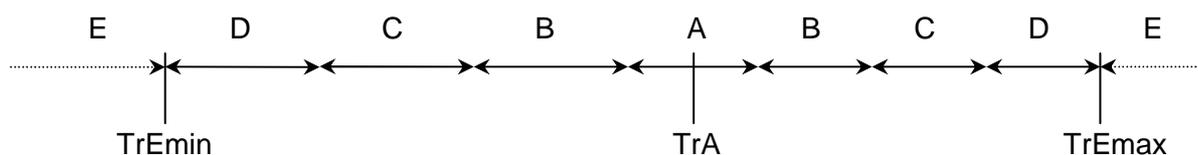
de fond en activité est aujourd'hui très mal connu. Lorsque des campagnes de mesures suffisantes seront réalisées pour les principales activités, on pourra alors utiliser ces bruits de fond en activité.

Le niveau d'acceptabilité Nac correspond au niveau maximal des bruits émergents tolérés par l'activité. Le bruit de fond et le Nac sont reliés par une correction de sensibilité qui dépend uniquement de la nature de l'activité

4.5.3 LA REVERBERATION OPTIMALE

La réverbération optimale d'une activité est une fonction du volume de l'espace considéré. C'est celle que l'on utilise couramment, définie dans un premier temps comme la moyenne des durées de réverbération dans les octaves 500, 1000 et 2000 Hz. Lorsque la méthode sera déployée par bandes de fréquences, la définition du TR suivra la démarche générale.

Nous avons considéré que les pas des durées de réverbération pour passer d'une note à l'autre dépendaient des activités et étaient différents si les Tr mesurés étaient plus ou moins long que le Tr optimum. Afin d'exprimer cela simplement dans le référentiel A, nous avons introduit les limites des notes E sous forme d'un TrEmin et TrEmax. Les notes sont alors définies de la manière suivante :



Le pas d'une classe pour les Tr inférieur à TrA est alors $(TrA - TrEmin) / 3.5$

Le pas d'une classe pour les Tr supérieurs à TrA est alors $(TrEmax - TrA) / 3.5$

Remarque : dans certains cas, un $Tr=0$ qui correspond au champ libre ne peut pas être considéré comme insalubre (note E), ni même qui « implique de fortes restrictions d'usage » (note D). Dans ce cas, la valeur numérique de TrEmin est choisie négative – ce n'est qu'une borne de définition du pas – et les classes E, voire D correspondent alors à des valeurs négatives donc impossibles : ces classes n'existent pas. On peut ainsi en choisissant TrEmin très fortement négatif définir le cas extrême tous les Tr inférieurs à TrA correspondent à une note A.

4.6 REFERENTIEL A DU PROJET – CONTENU TECHNIQUE

Il s'agit de l'ensemble des valeurs issues du référentiel A des activités qui seront utiles dans le cadre du projet étudié.

Puisque le volume des espaces est alors connu, la durée de réverbération optimale est également figée : elle n'est plus une fonction du volume et de l'activité.

Les grandeurs retenus et utilisées dans la suite de la démarche pour la notation du local de réception R contigu aux locaux d'émission E sont les suivantes :

- NagA
- EmissionChocsA
- TrA, TrEmin, TrEmax
- NacA
- BdFA

Le lien entre NacA et BdFA correspond à la correction de sensibilité au sens de la méthode GIAc ADEME.

Remarque : dans le cas où la présente méthode serait utilisée pour définir un cahier des charges acoustiques d'un projet, il est possible de définir le référentiel A du projet exclusivement sous la forme des critères aujourd'hui couramment utilisés en acoustique du bâtiment et qui sont tous normalisés et utilisés dans les réglementations et référentiels environnementaux :

- D_{nTA} ,
- $L'_{nT,w}$
- BdF
- Tr

Seul manque à ce stade le $D_{nTA,tr}$ qui dépend de la situation du projet.

4.7 SITUATION ACOUSTIQUE REELLE DU PROJET – CONTENU TECHNIQUE

Il s'agit de l'ensemble des valeurs des critères acoustiques traditionnellement utilisés en acoustique du bâtiment issu des calculs, estimations ou mesures.

4.8 NOTES - DEFINITIONS

Notes de réverbération, de bruit émergent, de bruit de fond

La note de bruit de fond est simplement l'écart entre le bruit de fond du référentiel A et celui du projet : $BdFA - BdF$

La note de bruit émergent est l'écart entre le bruit de fond du projet et le plus élevé des bruits émergents : $BdF - \max(\text{bruits émergents})$

La note de réverbération est définie par l'application directe du Tr mesuré dans l'échelle définie au chapitre 4.5.3 REVERBERATION OPTIMALE

Note globale par local

Il s'agit de la plus sévère des trois notes précédente. Elle caractérise la qualité acoustique du local considéré.

En la positionnant dans l'échelle définie au chapitre 4.4 PAS ENTRE NOTES, on peut l'appeler Indice Unique du local étudié.

Note de voisinage

Construite sur le même principe de distance entre référentiel A et situation acoustique réelle, cette note s'applique au voisinage du projet.

Il s'agit de l'émergence au sens de la réglementation des bruits de voisinage multipliée par trois.

IU : Note du bâtiment/activités

L'Indicateur Unique est alors défini comme la note globale du bâtiment par rapport aux activités synthétisant l'ensemble des notes des différents locaux et de voisinage.

Deux approches restent possibles :

- Soit on retient la plus mauvaise des notes de tous les locaux
- Soit on attribue à chaque local un taux moyen d'occupation (en nombre de personnes) puis on calcule la moyenne des notes des locaux pondérées par ce taux

5 DU POINT DE VUE DE L'AUDITEUR

De manière générale, l'auditeur chargé d'attribuer une note Indicateur Unique d'acoustique à un bâtiment n'a pas besoin de connaître les détails de la méthodologie. En revanche, il doit en comprendre les principes et s'attacher particulièrement à bien qualifier les activités des différents espaces avant de rechercher les grandeurs acoustiques du bâtiment.

Ce chapitre développe l'ensemble des étapes que l'auditeur doit suivre. Un mode d'emploi simplifié pourrait être élaboré afin d'optimiser l'audit et en minimiser le coût.

5.1 REFERENTIEL A DES ACTIVITES

L'auditeur n'a pas besoin de connaître le détail de ce référentiel, mais dans un premier temps uniquement la description des activités présentées dans ce référentiel

5.2 RECENSEMENT DES ESPACES DU PROJET

L'auditeur doit recenser les espaces qui constituent le projet. Dans ce cadre, les espaces sont définis par

- Une localisation géographique impliquant des contigüités avec d'autres espaces recevant d'autres activités
- Une activité correspondant à l'un des cas du référentiel A des activités
- Distinguer éventuellement plusieurs périodes correspondant à différentes activités (jour, nuit....)
- Un volume permettant de définir une durée de réverbération optimum

En pratique, on regroupera les espaces présentant un contexte acoustique similaire afin de limiter le nombre de cas étudiés.

5.3 REFERENTIEL A DU PROJET

L'auditeur n'a pas besoin de connaître le détail de ce référentiel qui peut donc être totalement masqué.

5.4 CALCULS OU ESTIMATIONS DE LA SITUATION ACOUSTIQUE REELLE DANS LE CAS D'UN PROJET ETUDIE SUR PLAN

Il s'agit de l'ensemble des éléments quantitatifs permettant de caractériser d'un point de vue acoustique le projet étudié. Tous les outils classiques à disposition des acousticiens peuvent être envisagés pour connaître la situation réelle du projet. Dans le cas d'un projet, tous les paramètres sont des résultats de calculs ou de cahier des charges. Les grandeurs devant être calculées sont les suivantes :

- $D_{n,TA}$
- $L'_{nT,w}$
- Bruits continus de vibrations
- Bruits émergents de vibrations
- Bruits continus d'équipements L_{nAT}
- Bruits émergents d'équipements L_{nAT}
- Niveau en façade continu
- Niveau en façade émergent
- $D_{n,TA tr}$
- Tr

5.5 MESURES DE LA SITUATION ACOUSTIQUE REELLE DU BATIMENT DANS LE CAS D'UN BATIMENT EN EXPLOITATION

Il s'agit de l'ensemble des éléments quantitatifs permettant de caractériser d'un point de vue acoustique le projet étudié. Tous les outils classiques à disposition des acousticiens peuvent être envisagés pour connaître la situation réelle du projet.

En cas de bâtiment existant, le bruit de fond peut être mesuré directement : il regroupe nécessairement tous les bruits masquants présents.

- $D_{n,TA}$
- L'_{nTw}
- Niveaux bruits émergents de vibrations
- Bruits émergents d'équipements L_{nAT}
- NagFaçade émergent
- $D_{n,TA tr}$
- Bruit de fond BdF
- Tr

5.6 NOTATION

Notes de réverbération, de bruit émergent, de bruit de fond

Ces trois notes sont calculées automatiquement pour chaque local du projet.

L'auditeur n'a pas besoin de connaître le détail sauf s'il souhaite comprendre le phénomène acoustique qui dimensionne la note.

Note globale par local

Elle est calculée automatiquement

Note de voisinage

Elle est calculée automatiquement sur la base de la réglementation en vigueur (émergence)

IU : Note du projet

Elle est calculée automatiquement

6 DES POSSIBILITES D'ENRICHISSEMENT IMPORTANTES

Cette approche ouvre des possibilités importantes d'amélioration de notre appréhension des situations acoustiques. Les chapitres suivants amorcent les principales pistes qui sont apparues lors des nombreux débats que nous avons eu sur le sujet.

6.1 UN AVANTAGE MATHEMATIQUE DECISIF

L'approche présentée ici est basée sur la quantification des activités et non plus directement des performances du bâtiment comme c'est l'usage actuel dans les réglementations et les référentiels environnementaux. Cette différence présente un avantage mathématique majeur :

Premier cas : dans l'approche basée sur les performances des bâtiments, on définit des objectifs pour des couples de locaux et d'activités : $D_{nT,A}$ ou $L'_{nT,w}$ entre local X / activité x et local Y / activité y. si l'on souhaite traiter n activités, il faut analyser n^2 ensembles de valeurs.

Second cas : dans l'approche basées sur l'analyse des activités, on définit des objectifs quantifiés Nag, Nac, BdF pour des activités x ou y et les valeurs de performance du bâtiment sont le résultat d'un calcul ne tenant compte que de ces grandeurs. Si l'on souhaite traiter n activités, il faut analyser n ensembles de valeurs.

Aujourd'hui, on recense une centaine d'activités citées dans la réglementation française, qui concerne la plupart mais certainement pas la totalité des locaux dédiés à des activités humaines. Nous nous sommes donc attachés à définir une centaine d'ensembles de valeurs caractéristiques de ces activités. Ce travail bien qu'il ne soit pas encore totalement achevé et validé, est aujourd'hui accessible facilement. Si l'on avait voulu traiter toutes les combinaisons d'activités directement au niveau des $D_{nT,A}$ et des $L'_{nT,w}$, il aurait fallu $100 \times 100 = 10\,000$ ensembles de valeurs à définir et valider.

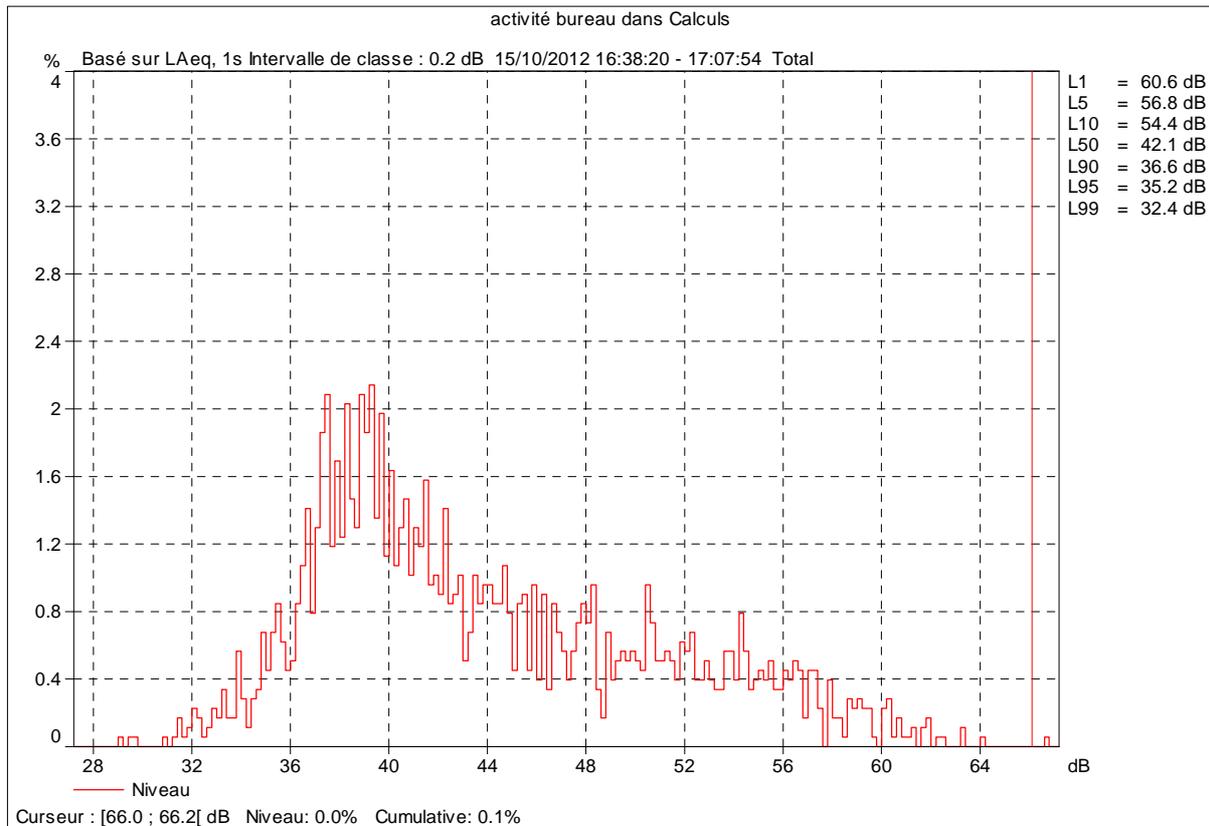
Ce passage de n^2 à n ensembles de valeurs à traiter est fondamental pour deux caractéristiques particulièrement intéressantes de l'approche :

- Son aspect universel : Demain, la prise en compte d'une nouvelle activité nécessitera 100 ensembles de valeurs dans le premier cas et 1 seul ensemble de valeurs complémentaires dans le second : il est donc facile d'ajouter de nouvelles activités (qui peuvent être des variantes des activités standard) et de tenir compte de leurs évolutions culturelles.
- Cette diminution de nombre de cas traités permet par ailleurs d'être beaucoup plus précis dans la description des activités et d'envisager par exemple une approche du type de celle présentée au chapitre 6.2.

6.2 VERS UN OUTIL PLUS PUISSANT ET PRECIS

L'outil développé ici reste – et nous avons tenu à conserver cette caractéristique dans un premier temps – basé sur des phénomènes et des grandeurs manipulées quotidiennement par les acousticiens quoique parfois de manière non exprimée.

Au-delà des aspects fréquentiels et temporels déjà évoqués au chapitre 4.1 et 4.2, il est possible de développer un outil beaucoup plus puissant basé sur une analyse plus fine des activités. En effet, chaque activité peut être caractérisée par un histogramme des bruits qu'elle génère (% du temps pendant lequel le niveau présenté en abscisses est atteint), par exemple :



Exemple de l'histogramme des bruits dans un bureau

L'histogramme peut être construit en global A comme ci-dessus ou pour une bande de fréquences. Ainsi l'ensemble des histogrammes par bandes de fréquence pourrait être considéré comme la signature caractéristique de l'activité considérée. L'activité serait alors entièrement caractérisée par cette signature enrichie par quelques aspects qualitatifs (sémantiques du signal émis ou sensibilité particulière aux bruits)

Remarque : plusieurs histogrammes d'activités pourraient être utilisés pour définir l'histogramme correspondant au cas où plusieurs activités seraient pratiquées dans un espace par une simple addition pondérée du temps de chaque activité.

Le calcul pourrait alors être fait en combinant les histogrammes des bruits reçus dans le local étudié puis comparer cet histogramme à l'histogramme propre de l'activité. Ces opérations restant à étudier relèvent de la statistique et sont de la famille des convolutions.

Là encore la complexité de l'approche ne pose aucune difficulté concrète grâce à l'informatique, mais par contre nécessite un chantier important afin d'affiner notre connaissance des caractéristiques acoustiques des activités humaines.

Ce travail, s'il est mené en parallèle d'une approche fréquentielle fine, par exemple en tiers d'octave, permettrait par des opérations plus complexes combinant les différentes signatures permettant de définir les probabilités d'apparition de bruits émergents selon les trois dimensions temporelle, fréquentielle et énergétique telles que présentées au chapitre 4.5.1

Ce travail peut aller encore plus loin en tenant compte des divers phénomènes de masquage que l'on sait aujourd'hui identifier par l'approche psychoacoustique.

Un schéma résumant cette idée est présenté en fin du chapitre 10 : la méthode GIAC / ADEME

6.3 VERS LA CARACTERISATION DES ACTIVITES HUMAINES

Il s'agit là de l'aspect le plus novateur de la démarche : quantifier les principales caractéristiques acoustiques d'une activité tant dans sa composante potentiellement agressive vers le voisinage que dans sa composant sensible au bruit.

Nous avons dû constater globalement une faible connaissance de ces valeurs quantitatives qui sont pourtant utilisées quotidiennement pas les acousticiens, de manière plus ou moins explicite.

L'outil développé ici a été calibré à partir de l'expérience d'une équipe d'acousticiens qui a pu, en discutant et en comparant diverses grandeurs, affecter des valeurs numériques à la caractérisation des activités.

Ces valeurs ont été partiellement validées sur des exemples concrets mais demandent à être rodées à grande échelle.

Elles pourront également être confortées par des mesures directes de bruits d'activités qu'il conviendrait de faire de manière concertée afin d'être exploitable par tous.

Une mesure d'activité humaine pourrait donc contenir les informations suivantes :

- Description de l'activité
- Conditions des mesures (champ réverbéré, position du microphone...)
- Conditions d'activité (activité normale...)
- Appréciation de la sémantique de l'activité
- Appréciation de la sensibilité aux bruits de l'activité (la correction de sensibilité correspond à l'écart souhaité entre le bruit de fond et le bruit émergent)
- Appréciation de la situation par les utilisateurs (la caractérisation des activités ne devrait se faire que dans des conditions de note A)
- Mesures par bandes de tiers d'octave de 63 à 5000 Hz de niveaux sonores et de durées de réverbération du local considéré
- Détermination d'un histogramme des niveaux sonores par pas de 1 dB
- Détermination d'un niveau de bruit de fond global A
- Détermination d'un niveau de bruit d'acceptabilité global A
- Détermination d'un niveau d'agression global A

6.4 VERS L'ELABORATION D'UN CAHIER DES CHARGES

L'appréciation de la qualité acoustique d'un bâtiment au regard des activités est par nature assez générale et les différentes classes doivent être assez larges pour correspondre à une appréciation d'ensemble. Ce en quoi cette approche est différente d'un cahier des charges.

Néanmoins, le raisonnement correspond à un modèle général de l'acoustique du bâtiment. Il peut donc être repris – certainement avec des bornes plus réduites – pour définir un cahier des charges ou pour argumenter les choix des valeurs réglementaires, en définissant un ensemble de valeurs correspondant aux critères acoustiques aujourd'hui couramment pris en compte en acoustique du bâtiment.

7 CONCLUSION

Il n'est pas possible d'affecter un indicateur unique d'ambiance sonore à un bâtiment en tant que tel. Par contre, ce travail montre qu'il est effectivement possible d'attribuer une note unique et pertinente de la qualité acoustique d'un bâtiment par rapport aux activités qui y sont pratiquées.

L'importance de l'analyse des activités dans une telle démarche nous a amenés à quantifier les caractéristiques acoustiques des activités humaines et donc à introduire de nouveaux paramètres.

Bien qu'augmentant le « bestiaire » des grandeurs acoustiques qui sont déjà nombreuses, cette quantification des caractéristiques acoustiques des activités nous permet de construire un modèle plus pertinent que l'approche habituelle qui consiste à caractériser directement le bâtiment. En effet ce modèle

- permet de tenir compte de toutes les activités susceptibles d'être rencontrées dans un bâtiment : il a vocation à devenir universel
- peut être facilement enrichi pour progressivement tenir compte de tous les cas particuliers rencontrés, voire même à terme la prise en compte de plusieurs activités pratiquées dans un même lieu.
- permet de calculer simplement la qualité acoustique globale d'un bâtiment : le modèle paraît complexe quand on le développe car de nombreux phénomènes doivent être pris en compte mais il pourra être relativement simple à utiliser pour l'auditeur
- pourra être efficacement améliorée lorsque nous disposerons de données plus précises – par la mesure en particulier – des caractéristiques acoustiques des activités humaines.

Nous l'avons présenté ici sur la base des grandeurs utilisées quotidiennement par les acousticiens français ce qui nous permet de construire rapidement un outil concrètement exploitable, mais les possibilités d'enrichissement du modèle sont importantes si l'on parvient à construire une base de données des « signatures » acoustiques des activités humaines détaillées et validées. Le modèle général pourra alors atteindre une précision particulièrement intéressante si l'on utilise à bon escient les outils statistiques permettant de manipuler les signatures des différents sons utiles ou agréables et bruits.

8 BIBLIOGRAPHIE

- Méthode GIAC/ADEME : ELABORATION D'UN CAHIER DES CHARGES ACOUSTIQUES POUR DES BATIMENTS A HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE (HQE) - BUREAUX, LOCAUX SCOLAIRES, SPORTIFS ET DE LOISIRS - GIAC/ADEME - 31 Janvier 2000
- Méthode GIAC/ADEME : ELABORATION D'UN CAHIER DES CHARGES ACOUSTIQUES POUR DES BATIMENTS A HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE (HQE) - ECOLES DE MUSIQUE ET SALLES POLYVALENTES - GIAC/ADEME - 30 Mai 2003
- Méthode GIAC/ADEME : ELABORATION D'UN CAHIER DES CHARGES ACOUSTIQUES POUR DES BATIMENTS A HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE (HQE) - ETABLISSEMENTS DE SANTE ET RESIDENTIEL TERTIAIRE - GIAC/ADEME - 27 juillet 2005
- Norme allemande DEGA-Empfehlung 103 : Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis - März 2009
- C.Guigou-Carter, R.Wetta, R.Foret, JB.Chene, "Elements for an acoustic classification of dwellings and apartment buildings in France, Acoustics 2012.

9 ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE AUPRES DES PROFESSIONNELS

Enquête GIAC-ADEME 2011

Nom de l'enquêteur/enquêtrice :

Nom et société de la personne interrogée :

Date :

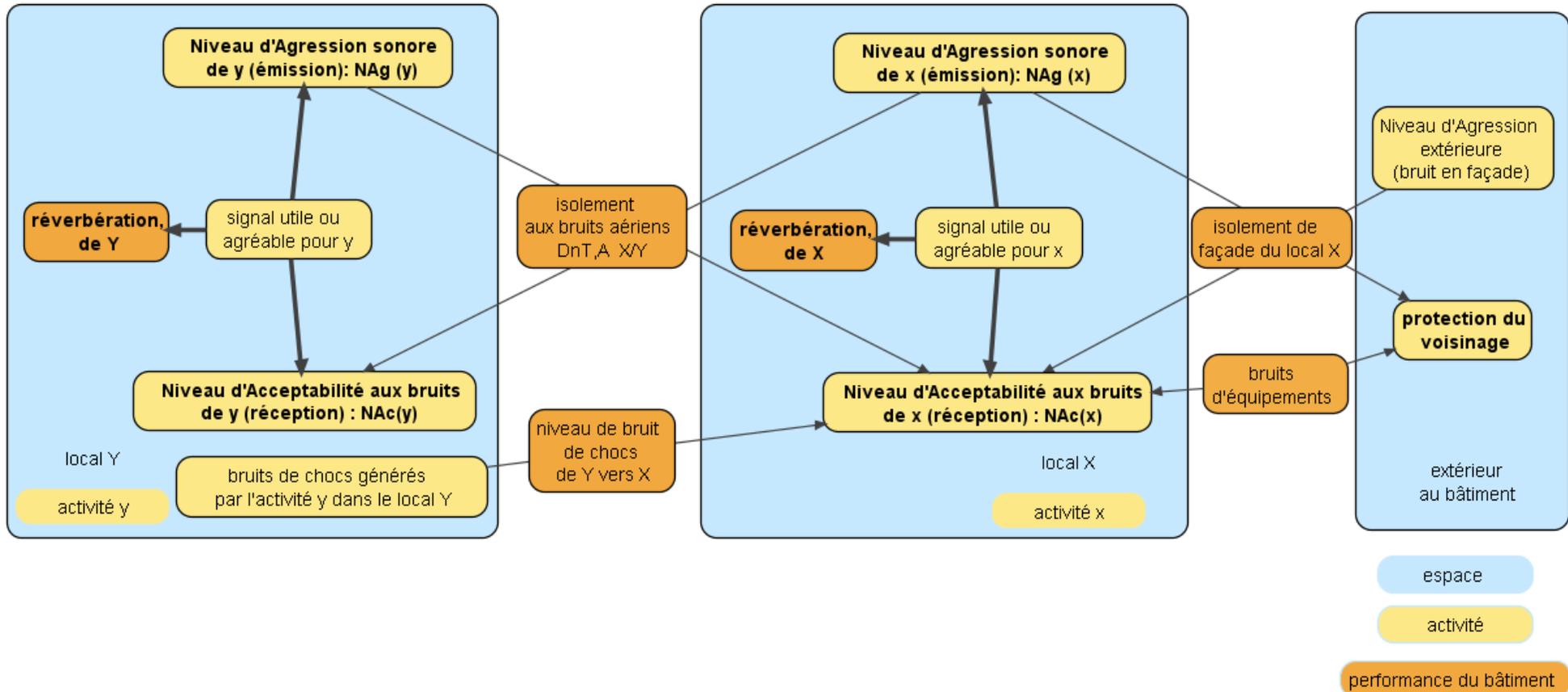
1. Dans quel(s) domaine(s) travailles-tu ?
2. Quelle est ton expérience ?
3. Quels sont pour toi les critères de qualité d'une ambiance sonore dans un bâtiment ?
4. Considères-tu la réglementation comme une notion de confort ?
 - Si non, proposes-tu des objectifs plus ambitieux ? (Dans quel domaine ? Lesquels ? Quelles valeurs ?)
5. Quand il n'y a pas de réglementation / en l'absence de programme acoustique / quand tu prévois des valeurs plus ambitieuses, quelle méthode appliques-tu pour les déterminer ? Si pas de réponse, on peut l'orienter vers les cas suivants : mesures ? Liste d'isolements types ? Référentiels ? ou encore par types de programmes (bureaux, écoles, salles polyvalentes, etc.).
6. Disposes-tu de comparaisons mesures/enquêtes ? De retour d'expérience ? (objectifs, niveaux sonores de référence pour un certain type d'activité, etc.)
7. Est-ce qu'il t'arrive de dégrader les exigences acoustiques réglementaires ? Dans quel(s) cas de figure ?
8. As-tu entendu parler de la méthode GIAC-ADEME ?
 - Connais-tu son principe ?
 - Te paraît-elle pertinente ?
 - L'utilises-tu ?
 - Si non, pourquoi ?
 - Si oui, quand pour la dernière fois ? Sur quelle opération ?

10 ANNEXE 2 : MÉTHODE GIAC - ADEME

La methode GIAC / ADEME qui a servi de base au travail sur l'Indicateur Unique est présentée ci-après.

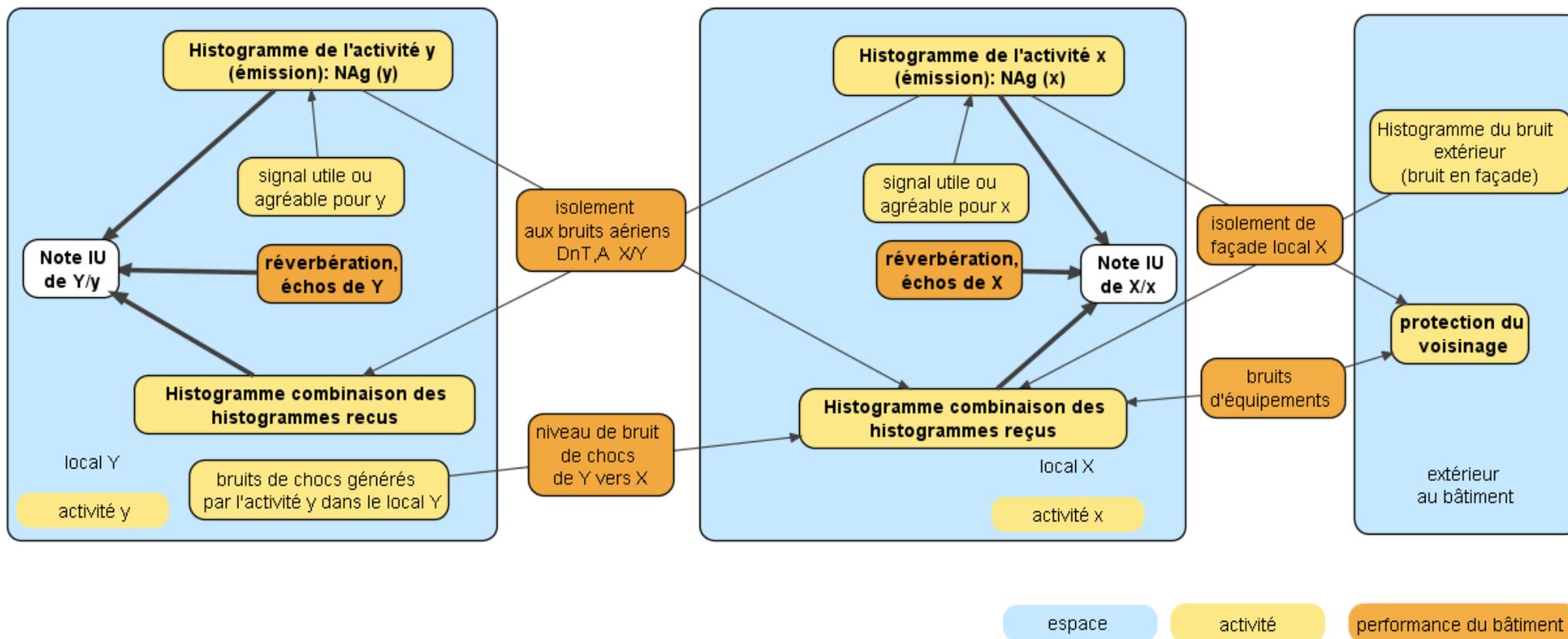
Il s'agit d'un modèle général de la propagation des bruits dans le bâtiments qui impose de tenir compte simultanément de l'ensemble des bruits présent dans un local X.

ACOUSTIQUE DU BATIMENT METHODE GIAC / ADEME



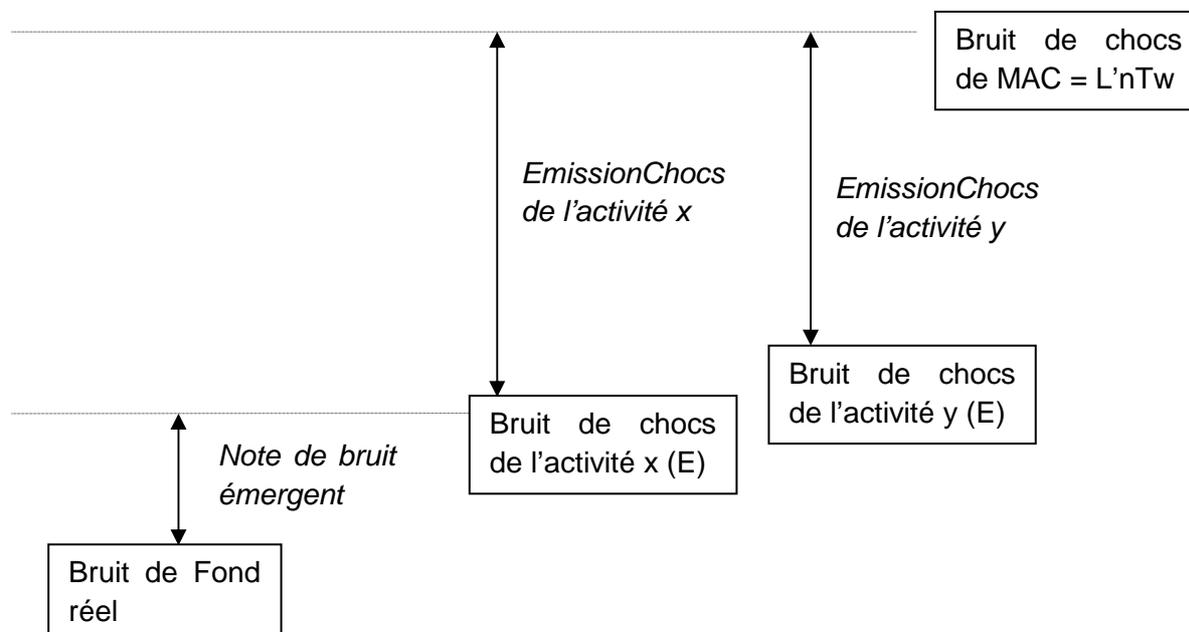
Il est possible d'imaginer dans le futur enrichir les approches GIAC / ADEME et Indicateur Unique en caractérisant de manière plus précise les activités grâce à l'utilisation d'histogrammes. L'histogramme de l'activité x est comparé à l'histogramme combinaison de tous les histogrammes reçus dans le local X :

**METHODE GIAC / ADEME
BASEE SUR LES HISTOGRAMMES DES BRUITS**



11 ANNEXE 3 : CAS DES BRUITS DE CHOCS

Nous avons été amenés à utiliser une nouvelle grandeur que nous avons baptisée EmissionChocs qui est implicitement contenue dans les grandeurs utilisées couramment pour définir les objectifs de bruits de chocs. Elle est définie de la manière suivante :



Objectif de niveau de bruit de choc référentiel A : $L'nT,w A = Nac(R) + EmissionChocs(E)$

Attention, le paramètre EmissionChocs intègre plusieurs phénomènes :

- C'est le lien entre le bruit de choc de l'activité et celui de la MAC sur le plancher réel
- Il dépend de l'activité
- Il dépend simultanément de la nature l'activité et de la nature du plancher réel : la puissance vibratoire injectée dans une structure dépend de l'interaction entre la source de la vibration et de son support.

Néanmoins, cette grandeur présente deux qualités fondamentales recherchées dans le cadre de l'approche développée ici :

- Elle caractérise principalement la source (même si c'est entaché de la nature du plancher) et non directement la performance du bâtiment comme le $L'nTw$
- Elle exprime un niveau sonore et peut donc être simplement comparée au Niveau d'acceptabilité du bruit Nac dans le local de réception.

12 ANNEXE 5 : LE REFERENTIEL A DES ACTIVITES

Ce référentiel A pourra être enrichi au fur et à mesure de notre meilleure connaissance des caractéristiques acoustiques des activités, soit par le choix de valeurs plus pertinentes, soit par l'introduction de nouvelles activités légèrement différentes de celles déjà identifiées.

Les valeurs présentées ci-dessous sont issues des travaux effectués lors de l'élaboration de la méthode GIAC ADEME 1999-2003, et ont été redéfinis lors de travaux d'équipe regroupant des acousticiens exprimant ainsi leur expérience.

Ils sont donc aujourd'hui le reflet de l'expérience de quelques acousticiens. Ce travail long de discussions doit être achevé dans les prochaines étapes de mise en application de la méthode. Les valeurs indiquées nous ont surtout servi à confirmer le bien fondé de l'approche générale.

Des campagnes de mesures nombreuses et détaillées des diverses activités permettront de définir ses valeurs sur des bases objectives et non plus sur la seule expérience d'acousticiens.

ACTIVITE	Volume	Nag	Nac	Correcion de sensibilité	BdFA	TrA	TrEMin	TrEMax	EmissionChocs	Autres aspects
	m3				L90	s	s	s		
RESIDENCES UNIVERSITAIRES ET FOYERS										
Chambre individuelle	22	84	23	0	23	0,5	-10	1,5	30	
Chambre collective	100	87	25	0	25	0,7	0,3	2	30	
Couloirs circulations	200	90	40	5	35	0,8	0,3	2	25	
Sanitaires collectifs	200	90	43	5	38	0,8	-10	3	25	
Réunions, séminaires	200	88	30	0	30	1	0,5	1,5	25	
Salles Jeux, TV, etc...	200	92	40	5	35	1	0,3	2	32	
HOTELS ET RESIDENTIELS NON MEDICALISES										
Chambres et Appartements privés Jour	200	84	23	0	23	0,7			30	
Chambres et Appartements privés Nuit	200	84	23	0	23	0,7			30	
Couloirs circulations	200	83	35	5	30	0,7			25	
Réunions, séminaires, spectacles*	200	90	30	0	30	1			25	
Services personnalisés	200	80	30	0	30	0,8			25	
Piscine, gym, etc.	200	90	45	10	35	1			25	
Discothèque **		105	40	10	30				40	
ETABLISSEMENTS de SANTE										
Chambre individuelle	200	80	28	5	23	0,7			25	
Chambre collective	200	83	30	5	25	0,7			25	
Couloirs circulations	200	66	42	5	37	0,8			25	
Consultation attente	200	80	35	5	30	0,8			25	
Consultation bureaux	200	80	30	0	30	0,8			25	
Bloc opératoire	200	85	40	5	35				25	
Imagerie médicale	200	85	40	5	35				25	
Traitement patients	200	85	45	5	40	0,8			25	
Bureaux médecins	200	80	35	5	30	0,8			25	
Autres locaux personnel médical	200	85	30	0	30	0,5			25	
Idem réservés au sommeil	200	83	30	0	30	0,8			25	

ACTIVITE	Volume	Nag	Nac	Correcion de sensibilité	BdFA	TrA	TrEMin	TrEMax	EmissionChocs	Autres aspects
ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT										
Salle de repos des écoles maternelles		80	20	-5	25	0,8			25	
Salle de musique		95	30	0	30	0,8			32	
Local d'enseignement avec porte		85	30	0	30	0,8			32	
Local d'enseignement sans porte		85	30	0	30	0,8			40	
Administration		80	30	0	30				40	
Local d'activités pratiques		85	35	0	35				25	
salle de restauration et Salle polyvalente		90	40	10	30				20	densité
Sanitaires et escaliers		90	45	0	45	0,8			25	
Local médical ou social, salle d'infirmierie		85	30	0	30				35	
Atelier bruyant		95	50	0	50	0,8			25	
Salle de repos		80	20	0	20	0,8			25	
Circulation adultes		75	45	10	35	1,2			40	
Circulations enfants		85	45	10	35	1,2			25	
BUREAUX										
Bureau cloisonné	50	80	45	5	40	0,5	0,2	1,5	25	
Bureau paysagé	140	80	40	5	35	0,7	0,3	2	25	
Bureau direction	80	85	30	5	25	0,7	0,3	1,5	25	
Salle de réunion	80	85	35	0	35	0,7	0,3	1,5	25	
Salle de formation	80	80	35	0	35	0,7	0,3	1,5	25	
Salle informatique	80	75	45	5	40	0,7	0,3	2	25	
Sanitaires	80	80	50	10	40	0,8	0,2	3	25	
Circulations	80	65	50	10	40	0,8	0,2	3	25	
Cuisine	80	95	65	15	50	0,8	0,2	3	25	
Cafétéria	80	85	50	10	40	0,7	0,3	2	25	
Restaurant	80	85	50	10	40	0,7	0,3	2	25	densité
Espace presse	80	95	50	10	40	0,7	0,3	2	25	
Halls/atriums	80	75	50	10	40	0,8	0,2	3	25	
Auditorium/conf.	80	90	30	-5	35	0,7	0,3	2	25	
Local Technique	80	90	65	20	45	0,8	0,2	3	25	
LIEUX MUSICAUX										
Instruments faibles		87,5	37,5	2,5	35	0,7			25	
Instruments moyens		97,5	37,5	2,5	35	0,7			25	
Instruments forts		107,5	37,5	2,5	35	0,7			40	
Ensemble percussions, Jazz		110	37,5	2,5	35	0,7			40	
Cours individuel percussions		110	37,5	2,5	35	0,7			40	
Danse faiblement sonorisée		87,5	47,5	7,5	40	0,7			40	
Danse fortement sonorisée		97,5	47,5	7,5	40	0,7			40	
Bureaux		75	35	0	35	0,7			25	
Studio répet. MA ou traitement du son		105	27,5	-2,5	30	0,7			20	
Studio répet. MA ou trait. son TECHNO		110	27,5	-2,5	30	0,7			40	
Grande salle MA rock, jazz, monde, variet...		115	37,5	2,5	35	0,7			40	
Grande salle MA TECHNO		117,5	37,5	2,5	35	0,7			40	
Fanfare		107,5	42,5	7,5	35	0,7			40	
Hall		77,5	57,5	12,5	45	0,7			25	
Circulation		72,5	0	0	0	0,7			25	

ACTIVITE	Volume	Nag	Nac	Correcion de sensibilité	BdFA	TrA	TrEMin	TrEMax	Emission Chocs	Autres aspects
LOGEMENTS										
Chambre	70	84	23	0	23	0,7	0,3	2		
Séjour	100	88	30	0	30	1	0,5	1,5		
Circulation sans porte	100	85	35	5	30	0,8	0,3	2		
Circulation avec porte	100	85	35	5	30	0,8	0,3	2		
Cuisine / salle d'eau	100	84	35	0	35	0,8	0,2	3		
Garage	100	90	50	5	45	0,8	0,2	3		
Local d'activité	100	90	40	5	35	0,8	0,2	3		
LOISIRS										
Patinoire		95	60	10	50	0,7				
Piscine		100	60	10	50	0,7				
Loisirs très calmes		70	30	0	30	0,7				
Gymnase sans public		80	40	0	40	0,7				
Gymnase avec public		105	40	0	40	0,7				
Vestiaires		80	50	10	40	0,7				
Bars animés		105	50	10	40	0,7				
Bars calmes		85	50	10	40	0,7				
Karting		100	50	10	40	0,7				
Autres...										
* pour les salles de spectacles, étude indispensable										
** pour les discothèques, étude indispensable										
LIEUX MUSICAUX à 125 Hz										
Instruments faibles		62,5	40							
Instruments moyens		75	40							
Instruments forts		85	40							
Ensemble percussions, Jazz		102,5	40							
Cours individuel percussions		102,5	40							
Danse faiblement sonorisée		87,5	47,5							
Danse fortement sonorisée		97,5	47,5							
Bureaux		57,5	42,5							
Studio répét. MA ou traitement du son		100	37,5							
Studio répét. MA ou trait. son TECHNO		105	37,5							
Grande salle MA rock, jazz, monde, variét...		110	45							
Grande salle MA TECHNO		115	45							
Fanfare		92,5	47,5							
Hall		62,5	55							
Circulation		47,5	0							

13 ANNEXE 5 : APPLICATION A DES EXEMPLES CONCRETS

13.1 Bâtiment d'enseignement : un collège

Un collège ayant fait l'objet de mesures.

notation des locaux un par un :

Local analysé	Bureau du Principal			(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Référentiels A des activités	Bureau du Principal	Bureau Gestionnaire	Atelier Factotum	
Dénomination Ref A universel	Bureau enseignemen	Bureau enseignement	Atelier enseignement	
Nag	80	80	90	
Nac	30	30	45	
EmissionChocs		25	25	
BdF A	30			
Tr (A)	0.5	0.5	0.8	
Tr (E)min	-0.5			
Tr (E)max	1			
Connaissance du bâtiment par la mesure				
Dn,TA		41	57	
L'nTw		57	43	
Niveaux bruits émergents de vibrations				
Bruits émergents d'équipements LnAT	35			
NagFaçade émergent				67
Dn,TA tr				36
Bruit de fond BdF	29			
Tr	0.7	0.7	1	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents				
aérien des voisins		40	34	
chocs des voisins		32	18	
vibrations				0
équipements techniques	35			
par les façades				31
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	1			
émergence	-11			
Tr	-1			
Note Globale	-11			
Note IU	C			

Local analysé	Salle informatique			(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Référentiels A des activités	Salle informatique	Salle banalisée E2	Salle banalisée E1	
Dénomination Ref A universel	Salle enseignement	Salle enseignement ave	Salle enseignement	
Nag	85	85	85	
Nac	30	30	30	
Emission Chocs		25	25	
BdF A	30			
Tr (A)	0.8	0.8	0.8	
Tr (E)min	-0.5			
Tr (E)max	1			
Connaissance du bâtiment par la mesure				
Dn,TA		41	41	
L'nTw		57	57	
Niveaux bruits émergents de vibrations				
Bruits émergents d'équipements LnAT	33			
NagFaçade émergent				67
Dn,TA tr				36
Bruit de fond BdF	29			
Tr	0.7	0.7	0.7	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents				
aérien des voisins		43	43	
chocs des voisins		32	32	
vibrations				0
équipements techniques	33			
par les façades				31
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	1			
émergence	-14			
Tr	2			
Note Globale	-14			
Note IU	D			
Ressenti utilisateurs				
Ressenti acousticien		Fuites sur porte de communication et passages gainé entre salles		

Local analysé	Salle SVT			(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Référentiels A des activités	Salle SVT	Circulation	Musique	
Dénomination Ref A universel	Salle enseignement	Circulations enfants	Salle de musique	
Nag	85	70	95	
Nac	30	45	30	
Emission Chocs		25	32	
BdF A	30			
Tr (A)	0.8	1.2	0.8	
Tr (E)min	-0.5			
Tr (E)max	1			
Connaissance du bâtiment par la mesure				
Dn,TA		33	51	
L'nTw		48	50	
Niveaux bruits émergents de vibrations				
Bruits émergents d'équipements LnAT	33			
NagFaçade émergent				67
Dn,TA tr				36
Bruit de fond BdF	30			
Tr	0.45	1	0.7	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents				
aérien des voisins		36	43	
chocs des voisins		23	18	
vibrations				0
équipements techniques par les façades	33			31
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	0			
émergence	-13			
Tr	-1			
Note Globale	-13			
Note IU	D			
Ressenti utilisateurs				
Ressenti acousticien		Contournement sur porte non étanche (Musique)		

Local analysé	Salle techno			(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Référentiels A des activités	Salle Techno	Circulation	Salle banalisée E1	
Dénomination Ref A universel	Salle enseignement	Circulations enfants	Salle enseignement	
Nag	85	70	85	
Nac	30	45	30	
Emission Chocs		25	25	
BdF A	30			
Tr (A)	0.8	1.2	0.8	
Tr (E)min	-0.5			
Tr (E)max	1			
Connaissance du bâtiment par la mesure				
Dn,TA		33	50	
L'nTw		50	53	
Niveaux bruits émergents de vibrations				
Bruits émergents d'équipements LnAT	39			
NagFaçade émergent				67
Dn,TA tr				36
Bruit de fond BdF	29			
Tr	0.6	1	0.7	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents				
aérien des voisins		36	34	
chocs des voisins		25	28	
vibrations				0
équipements techniques par les façades	39			31
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	1			
émergence	-10			
Tr	-1			
Note Globale	-10			
Note IU	C			
Ressenti utilisateurs				
Ressenti acousticien				

Note globale :

Bâtiment					
	dénomination A	Taux occupation	Note globale	Note IU	Note pondérée
Local		personne heure /jour			
Bureau du principal	Administration	6	-11	C	-66
Salle info	Enseignement	180	-14	D	-2520
SVT	Enseignement	180	-13	D	-2340
Techno	Enseignement	180	-10	C	-1800
Grandeurs intermédiaires					
Nombre de locaux	4				
Taux d'occupation global		546			
Notes		Commentaire			
Min des notes	-14				
note pondérée	-12				
Note Globale					
Note IU min des notes	D				
Note IU pondérée TOMJA	D				
Ressenti acousticien					

13.2 BUREAUX

Exemples concrets de bureaux, dans des bâtiments différents, ayant fait l'objet de reprise de travaux pour l'acoustique. Ces locaux ont tous fait l'objet de mesures.

Local analysé	Surface de vente			
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Objectif Ref A	Hall principal RdC	x	x	
Dénomination Ref A universel	Hall/Bureaux	x	x	
Nag	75	x	x	
Nac	50	x	x	
Tr (A)	0.8	x	x	
NagFaçade				x
Dn,TA tr A en dB				x
Dn,TA mini en dB		x	x	
L'nTw maxi en dB		x	x	
Bruit vibratoire				
BdeFond en dB(A)				
Mesures				
Dn,TA mesuré en dB		x	x	
L'nTw mesuré en dB		x	x	
BdeFond mesuré en dB(A)	x			
Dn,TA tr mesuré en dB				x
Tr mesuré en sec	3	x	x	
Grandeurs intermédiaires				
Niveaux bruits masquants NreçuF	x			
Niveaux bruits émergents NreçuL'				
Niveaux bruits émergents NreçuD				
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond				
émergence				
Tr	-23			
Note Globale	-23			
Note IU	E			
Ressenti utilisateurs		Niveau sonore trop élevé, difficulté de		
Ressenti acousticien	E	Impossible de se parler à plus de 2m, niveau sonore		

Local analysé	RIE			
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Objectif Ref A	RIE	x	x	
Dénomination Ref A universel	RIE/Bureaux	x	x	
Nag	85	x	x	
Nac	50	x	x	
Tr (A)	0.8	x	x	
NagFaçade				x
Dn,TA tr A en dB				x
Dn,TA mini en dB		x	x	
L'nTw maxi en dB		x	x	
Bruit vibratoire				
BdeFond en dB(A)				
Mesures				
Dn,TA mesuré en dB		x	x	
L'nTw mesuré en dB		x	x	
BdeFond mesuré en dB(A)	50			
Dn,TA tr mesuré en dB				24
Tr mesuré en sec	1.1	0.7	1	
Grandeurs intermédiaires				
Niveaux bruits masquants NreçuF	50			
Niveaux bruits émergents NreçuL'		#VALEUR!	#VALEUR!	
Niveaux bruits émergents NreçuD		#VALEUR!	#VALEUR!	
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	-10			
émergence				
Tr	-6			
Note Globale	-10			
Note IU	C	Niveau sonore trop élevé		
Ressenti utilisateurs				
Ressenti acousticien	D	De mémoire, problème de réflexions, sur les zones		

Local analysé	Salle de réunion			
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Objectif Ref A	Salle de réunion	Circulation	x	
Dénomination Ref A universel	Salle de réunion/Bureau	Circulation	x	
Nag	80	83	x	
Nac	45	30	x	
Tr (A)	0.8	0.8	x	
NagFaçade				x
Dn,TA tr A en dB				x
Dn,TA mini en dB		x	x	
L'nTw maxi en dB		x	x	
Bruit vibratoire				
BdeFond en dB(A)				
Mesures				
Dn,TA mesuré en dB		x	x	
L'nTw mesuré en dB			x	
BdeFond mesuré en dB(A)	41			
Dn,TA tr mesuré en dB				x
Tr mesuré en sec	0.4	x	x	
Grandeurs intermédiaires				
Niveaux bruits masquants NreçuF	41			
Niveaux bruits émergents NreçuL'				
Niveaux bruits émergents NreçuD				
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	-6			
émergence	41			
Tr	-12			
Note Globale	-12			
Note IU	D			
Ressenti utilisateurs		Pas de confidentialité entre salle de réunion		
Ressenti acousticien	E	Mauvais car recherche de confidentialité entre		

Local analysé	Bureaux d'une grande enseigne			
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Objectif Ref A	Circulation	x	x	
Dénomination Ref A universel	Circulation/Bureaux	x	x	
Nag	80	x	x	
Nac	45	x	x	
Tr (A)	0.8	x	x	
NagFaçade				x
Dn,TA tr A en dB				x
Dn,TA mini en dB		x	x	
L'nTw maxi en dB		x	x	
Bruit vibratoire				
BdeFond en dB(A)				
Mesures				
Dn,TA mesuré en dB		x	x	
L'nTw mesuré en dB		x	x	
BdeFond mesuré en dB(A)	62			
Dn,TA tr mesuré en dB				x
Tr mesuré en sec		x	x	
Grandeurs intermédiaires				
Niveaux bruits masquants NreçuF	62			
Niveaux bruits émergents NreçuL'				
Niveaux bruits émergents NreçuD				
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond émergence	-27			
Tr				
Note Globale	-27			
Note IU	E			
Ressenti utilisateurs		Les utilisateurs se plaignent d'un bruit de gaine :		
Ressenti acousticien	E	Très pénible		

13.3 LOGEMENTS

Exemples concrets de logements, dans des bâtiments différents, ayant fait l'objet de reprise de travaux pour l'acoustique. Ces locaux ont tous fait l'objet de mesures.

Local analysé	Logements			Extérieur
	Local analysé	Locaux d'agression		
Objectif Ref A	Chambre du plaignant	x	x	
Dénomination Ref A universel	Chambre/logements	x	x	
Nag	84	x	x	
Nac	23	x	x	
Tr (A)	0.7	x	x	
NagFaçade				x
Dn,TA tr A en dB				x
Dn,TA mini en dB		x	x	
L'nTw maxi en dB		x	x	
Bruit vibratoire				
BdeFond en dB(A)				
Mesures	Chambre du plaignant			
Dn,TA mesuré en dB		x	x	
L'nTw mesuré en dB		x	x	
BdeFond mesuré en dB(A)	20			
Dn,TA tr mesuré en dB				x
Tr mesuré en sec				
Grandeurs intermédiaires	Chambre du plaignant			
Niveaux bruits masquants NreçuF	20			
Niveaux bruits émergents NreçuL'				
Niveaux bruits émergents NreçuD				
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond émergence	0			
Tr				
Note Globale	0			
Note IU	A			
Ressenti utilisateurs		Les utilisateurs se plaignent d'un bruit d'équipement		
Ressenti acousticien	A	Logement calme, problème dans une bande de tiers d'octave assez léger (A sur le BdF)		

Local analysé	Logements R+1 (au dessus de boutique)			
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Objectif Ref A	Chambre du plaignant	Local numéricable	x	
Dénomination Ref A universel	Chambre/logements	ocal technique/Bureau	x	
Nag	84	90	x	
Nac	23	65	x	
Tr (A)	0.5	0.8	x	
NagFaçade				x
Dn,TA tr A en dB				x
Dn,TA mini en dB		x	x	
L'nTw maxi en dB		x	x	
Bruit vibratoire				
BdeFond en dB(A)				
Mesures	Chambre du plaignant	Local numéricable		
Dn,TA mesuré en dB		60	x	
L'nTw mesuré en dB		49	x	
BdeFond mesuré en dB(A)	22			
Dn,TA tr mesuré en dB				x
Tr mesuré en sec	0.25	0.9		
Grandeurs intermédiaires	Chambre du plaignant	Local numéricable		
Niveaux bruits masquants NreçuF	22			
Niveaux bruits émergents NreçuL'		24		
Niveaux bruits émergents NreçuD		31		
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	-2			
émergence	-9			
Tr	-12			
Note Globale	-12			
Note IU	D			
Ressenti utilisateurs		Plaintes dues au bruit généré par le local du dessous		
Ressenti acousticien	D	reste vivable		

Local analysé	Séjour (logements)			Extérieur
	Local analysé	Locaux d'agression		
Objectif Ref A	Séjour 3041	Séjour 3051	Escalier 3051	
Dénomination Ref A universel	Séjour/logements	Séjour/logements	Circulation/logements	
Nag	88	90	88	
Nac	30	65	30	
Tr (A)	0.7	0.8	0.7	
NagFaçade				x
Dn,TA tr A en dB				x
Dn,TA mini en dB		x	x	
L'nTw maxi en dB		x	x	
Bruit vibratoire				
BdeFond en dB(A)				
Mesures	Séjour 3041	Séjour 3051		
Dn,TA mesuré en dB		50		
L'nTw mesuré en dB		54	47	
BdeFond mesuré en dB(A)	26			
Dn,TA tr mesuré en dB				x
Tr mesuré en sec	0.5	0.5	0.5	
Grandeurs intermédiaires	Séjour 3041	Séjour 3051		
Niveaux bruits masquants NreçuF	26			
Niveaux bruits émergents NreçuL'		29	22	
Niveaux bruits émergents NreçuD		38		
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	-6			
émergence	-12			
Tr	-6			
Note Globale	-12			
Note IU	C			
Ressenti utilisateurs		Suite à changement de revêtement de sol, des plaintes		
Ressenti acousticien	C	gêne peu audible, local de réception très absorbant		

13.4 HOPITAL

Notation de locaux hospitaliers sur la base des mesurages acoustiques effectués en phase de réception.

Nota : le bruit de fond a été estimé, faute de mesures en activité.

Chambre individuelle (1^{er} cas) :

Local analysé	CHAMBRE 1 LIT PS5_CA_008 (B 2309) Niv. E1				(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression			Extérieur
Référentiels A des activités	Chambre 008	Chambre PS5_CA_007	ChambrePS5_CA_010	Circulation PS5_DC_03	
Dénomination Ref A universel	Chambre individuelle	Chambre individuelle	Chambre individuelle	Circulations internes	
Nag	80	80	80	66	
Nac	28	-	-	-	
Emission Chocs		25	25	25	
BdF A	23	-	-	-	
Tr (A)	0,7	0,7	0,7	0,8	
Tr (E)min	-2				
Tr (E)max	1,2				
Connaissance du bâtiment par la mesure					
Dn,TA		40	47	27	
L'nTw		59	60	55	
Niveaux bruits émergents de vibrations					0
Bruits émergents d'équipements LnAT	19,5				
NagFaçade émergent					55
Dn,TA tr					37
Bruit de fond BdF	30				
Tr	0,8	0,8	0,8	1	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents					
aérien des voisins		41	34	40	
chocs des voisins		34	35	30	
vibrations					0
équipements techniques par les façades	19,5				18
Notes	Note	Commentaire			
Bruit de fond	-7				
émergence	-11				
Tr	-1				
Note Globale	-11				
Note IU	C				
Ressenti utilisateurs					
Ressenti acousticien	C	Note conditionnée par le défaut de 2 dB / valeur réglementaire mesuré entre chambres 07 et 08 et par le TR de la circulation.			

Chambre individuelle (2nd cas) :

Local analysé	CHAMBRE 1 LIT HCV1_CA_002 (B 4333) Niv. E3			(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Référentiels A des activités	Chambre 002	Ch. HCV1_BB_001	Circ. HCV2_DC_002	
Dénomination Ref A universel	Chambre individuelle	Chambre individuelle	Circulations internes	
Nag	80	80	66	
Nac	28	-	-	
Emission Chocs		25	25	
BdF A	23	-	-	
Tr (A)	0,7	0,7	0,8	
Tr (E)min	-2			
Tr (E)max	1,2			
Connaissance du bâtiment par la mesure				
Dn,TA		52	38	
L'nTw		53	53	
Niveaux bruits émergents de vibrations				0
Bruits émergents d'équipements LnAT	28			
NagFaçade émergent				
Dn,TA tr				
Bruit de fond BdF	30			
Tr	0,8	0,8	1	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents				
aérien des voisins		29	29	
chocs des voisins		28	28	
vibrations				0
équipements techniques	28			
par les façades				0
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	-7			
émergence	1			
Tr	-1			
Note Globale	-7			
Note IU	C			
Ressenti utilisateurs				
Ressenti acousticien	C			

Bureau médical :

Local analysé	Salle réunion SNC_BH_001 (D 1606) Niv. RH				(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression			Extérieur
Référentiels A des activités	Salle réunion	Ch. SNC_CI_003	Bur. SNC_BB_014	Circ. HCV2_DC_002	
Dénomination Ref A universel	Bureaux médicaux e	Chambre individuelle	Bureaux médicaux et s	Circulations internes	
Nag	80	80	80	66	
Nac	35	28	35	42	
EmissionChocs		25	25	25	
BdF A	30	-	-	-	
Tr (A)	0,8	0,7	0,7	0,8	
Tr (E)min	-1,9				
Tr (E)max	1,1				
Connaissance du bâtiment par la mesure					
Dn,TA		61	45	29	
L'nTw		54	59	58	
Niveaux bruits émergents de vibrations					0
Bruits émergents d'équipements LnAT	30				
NagFaçade émergent					55
Dn,TA tr					40
Bruit de fond BdF	30				
Tr	0,8	0,8	0,8	1	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents					
aérien des voisins		20	36	38	
chocs des voisins		29	34	33	
vibrations					0
équipements techniques par les façades	30				15
Notes	Note	Commentaire			
Bruit de fond	0				
émergence	-8				
Tr	2				
Note Globale	-8				
Note IU	C				
Ressenti utilisateurs					
Ressenti acousticien	C	Bureau strictement conforme à la réglementation en ce qui concerne le TR, légèrement meilleur en ce qui concerne les isolements aérien et choc.			

Salle d'opération :

Local analysé	Salle d'opération BOA_OF_001 (E0121) Niv. RB			(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Référentiels A des activités	Salle d'opération 01	Salle d'opération 02	Circ. BOA_DB_003	
Dénomination Ref A universel	Salle d'opération	Salle d'opération	Circulations internes	
Nag	85	85	66	
Nac	40	40	42	
EmissionChocs		25	25	
BdF A	35	-	-	
Tr (A)	0,8	0,8	0,8	
Tr (E)min	-2			
Tr (E)max	1,2			
Connaissance du bâtiment par la mesure				
Dn,TA		59	39	
LnTw		46	53	
Niveaux bruits émergents de vibrations				0
Bruits émergents d'équipements LnAT	40			
NagFaçade émergent				55
Dn,TA tr				37
Bruit de fond BdF	40			
Tr	0,8	0,8	1	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents				
aérien des voisins		26	28	
chocs des voisins		21	28	
vibrations				0
équipements techniques	40			
par les façades				18
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	-5			
émergence	0			
Tr	2			
Note Globale	-5			
Note IU	B			
Ressenti utilisateurs				
Ressenti acousticien	B			

Salle de travail (obstétrique) :

Local analysé	Salle de travail B0B_OW_007 (A1622) Niv. RH (Tr en s et niveaux en dB)		
	Local analysé	Locaux d'agression	Extérieur
Référentiels A des activités	Salle de travail 07	Circ. BOL_DB_010	
Dénomination Ref A universel	Salle d'opération	Circulations internes	
Nag	85	66	
Nac	40	42	
Emission Chocs		25	
BdF A	35	-	
Tr (A)	0,8	0,8	
Tr (E)min	-2		
Tr (E)max	1,2		
Connaissance du bâtiment par la mesure			
Dn,TA		46	
L'nTw			
Niveaux bruits émergents de vibrations			0
Bruits émergents d'équipements LnAT	30		
NagFaçade émergent			
Dn,TA tr			
Bruit de fond BdF	35		
Tr	0,8	0,8	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents			
aérien des voisins		20	
chocs des voisins		-25	
vibrations			0
équipements techniques	30		
par les façades			0
Notes	Note	Commentaire	
Bruit de fond	0		
émergence	5		
Tr	2		
Note Globale	0		
Note IU	A		
Ressenti utilisateurs			
Ressenti acousticien	A		

Local médical :

Local analysé	Expression corporelle HPM_CO_002 Niv. E3			(Tr en s et niveaux en dB)
	Local analysé	Locaux d'agression		Extérieur
Référentiels A des activités	Exr. Corpo. 02	Chambre HPM_CA_001	PPS Pharla HPM_SH_001	
Dénomination Ref A universel	Traitement patients	Chambre individuelle	Consultation bureaux	
Nag	85	80	80	
Nac	45	28	30	
Emission Chocs		25	25	
BdF A	35	-	-	
Tr (A)	0,8	0,7	0,8	
Tr (E)min	-2			
Tr (E)max	1,2			
Connaissance du bâtiment par la mesure				
Dn,TA		39	41	
L'nTw		57	60	
Niveaux bruits émergents de vibrations				0
Bruits émergents d'équipements LnAT	30			
NagFaçade émergent				
Dn,TA tr				
Bruit de fond BdF	30			
Tr	0,9	0,8	1	
Grandeurs intermédiaires: bruits émergents				
aérien des voisins		42	40	
chocs des voisins		32	35	
vibrations				0
équipements techniques	30			
par les façades				0
Notes	Note	Commentaire		
Bruit de fond	5			
émergence	-12			
Tr	-1			
Note Globale	-12			
Note IU	C			
Ressenti utilisateurs				
Ressenti acousticien	C			

Note globale :

Bâtiment	Bâtiment hospitalier pilote				
	dénomination A	Taux occupation	Note globale	Note IU	Note pondérée
Local		personne heure /jour			
CHAMBRE 1 LIT PS5_CA_008 (B 2309) Niv. E1	Chambre individuelle	24	-11	C	-254
CHAMBRE 1 LIT HCV1_CA_002 (B 4333) Niv. E3	Chambre individuelle	24	-7	C	-168
Salle réunion SNC_BH_001 (D 1606) Niv. RH	Bureaux médicaux et soignants	10	-8	C	-80
Salle d'opération BOA_OF_001 (E0121) Niv. RB	Salle d'opération	32	-5	B	-160
Salle de travail B0B_OW_007 (A1622) Niv. RH	Salle d'opération	36	0	A	0
Expressio corporelle HPM_CO_002 Niv. E3	Triement patients	24	-12	C	-278
Grandeurs intermédiaires					
Nombre de locaux	5				
Taux d'occupation global		150			
Notes		Commentaire			
Min des notes	-12				
note pondérée	-6				
Note Globale					
Note IU min des notes	C				
Note IU pondérée TOMJA	B				
Ressenti acousticien	B	Attention : le nombre de locaux de chaque type ayant fait l'objet d'essais n'est pas représentatif du nombre de locaux de l'opération (ici, chambres très nombreuses)			

Le bâtiment obtient une note B en cas de pondération TOMJA sur la seule base des locaux testés. Cependant, il serait tout aussi légitime de calculer cette pondération sur la somme totale des occupants de locaux de chaque type. Le bâtiment, par ailleurs strictement conforme à la réglementation, obtiendrait une note C.