



Environnement sonore des nouveau-nés prématurés dans des services hospitaliers franciliens

ÉVALUATION ET RECOMMANDATIONS

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
PRÉFACE	3
LISTE DES ABRÉVIATIONS	4
LISTE DES FIGURES	5
1. CADRE D'INTERVENTION	6
1.1. Contexte de l'étude	6
1.2. Périnatalité et prématurité	6
1.3. Établissements concernés par l'étude et objectifs de l'étude	8
2. GÉNÉRALITES	10
2.1 Notions d'acoustique	10
2.2. Système auditif	13
2.3. Effets sanitaires du bruit	16
3. RÉGLEMENTATION FRANÇAISE ET VALEURS GUIDES INTERNATIONALES	18
3.1. Cadre réglementaire français	18
3.2. Valeurs guides internationales	19
4. ORGANISATION GÉNÉRALE DES SERVICES DE NÉONATOLOGIE ET DE RÉANIMATION NÉONATALE DE CENTRES HOSPITALIERS FRANCILIENS	20
4.1. Caractéristiques communes	20
4.2. Équipements disponibles dans les services	21
5. RÉALISATION DES MESURES ACOUSTIQUES	22
5.1. Matériels et méthode	22
5.2. Résultats des mesurages	22
5.3. Limites de l'étude	23
5.3.1. Incertitude liée au sonomètre	23
5.3.2. Incertitude liée au codage	23
5.3.3. Incertitude liée au comportement inhabituel du personnel et du public	24
5.3.4. Incertitude liée aux périodes de mesures	24
5.3.5. Incertitude liée aux dysfonctionnements de matériels	24
6. DISCUSSION	25
6.1. Comparaison aux valeurs réglementaires françaises et aux valeurs guides internationales	25
6.1.1. Comparaison des niveaux sonores moyens avec les valeurs réglementaires françaises	25
6.1.2. Comparaison des niveaux sonores moyens avec les valeurs de références internationales	25
6.2. Comparaison entre les niveaux sonores dans la chambre et l'incubateur	26
6.3. Comparaison entre les valeurs diurnes et nocturnes	28
6.4. Comparaison des niveaux sonores en fonction du nombre de nouveau-nés présents dans la chambre	28
6.5. Sources sonores les plus contributrices	30
6.6. Comparaison entre les sites de mesures	32
6.7. Comparaison des résultats de l'étude francilienne avec les autres études françaises	33
7. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	34
7.1. Recommandations pour l'environnement sonore	34
7.1.1. Recommandations relatives à la gouvernance des établissements de santé	34
7.1.2. Recommandations relatives à l'aménagement des locaux	34
7.1.3. Recommandations relatives au matériel et appareils électromédicaux	36
7.1.4. Recommandations relatives aux équipes soignantes, techniques et administratives	37
7.1.5. Recommandations relatives aux parents	40
7.1.6. Recommandations relatives aux nouveau-nés	40
7.1.7. Conclusion sur les recommandations	41
7.2. Actions proposées par l'ARS Ile-de-France	42
7.2.1. Développer des outils de sensibilisation dans les établissements de santé	42
7.2.2. Promouvoir les actions d'amélioration de l'environnement sonore des services de réanimation néonatale et de néonatalogie dans le Plan Régional Santé Environnement	45

8. CONCLUSION	46
BIBLIOGRAPHIE	47
ANNEXE 1	50
A. Service de médecine néonatale.....	50
B. Méthodologie.....	54
C. Résultats.....	58
D. Discussions des résultats.....	66
ANNEXE 2	69
A. Service de néonatalogie et réanimation néonatale.....	69
B. Méthodologie.....	72
C. Résultats.....	74
D. Discussions des résultats.....	79
ANNEXE 3	82
A. Service de néonatalogie et réanimation néonatale.....	82
B. Méthodologie.....	83
C. Résultats.....	87
D. Discussions des résultats.....	89
ANNEXE 4	93
A. Service de néonatalogie et réanimation néonatale.....	93
B. Méthodologie.....	94
C. Résultats.....	96
D. Discussions des résultats.....	99
ANNEXE 5	101
A. Service de néonatalogie et réanimation néonatale.....	101
B. Méthodologie.....	105
C. Résultats.....	107
D. Discussions des résultats.....	114

PRÉFACE

Les ARS du Centre et du Limousin ont conduit des études acoustiques permettant de quantifier l'exposition au bruit des nouveau-nés au sein de services de néonatalogie et ont été distinguées, en décembre 2014, pour cette expérimentation, lors du concours national du "*Décibel d'Or*" organisé par le Conseil National du Bruit (CNB), dans la catégorie "*Prévention et sensibilisation*".

Le taux de prématurité tend à augmenter en Ile-de-France : l'évolution des pratiques médicales de réanimation, une proportion croissante de grossesses multiples et la progression de certains facteurs de risques (âge de la mère, situations de précarité...) l'expliquent notamment.

Aussi, les nouveau-nés prématurés étant particulièrement vulnérables aux nuisances sonores, il est apparu opportun aux services Santé-Environnement des Délégations départementales de l'ARS Ile-de-France d'entreprendre une étude similaire dans les services de réanimation néonatale et de néonatalogie d'établissements de santé franciliens ; celle-ci visant à établir, d'une part, un état des lieux de l'environnement sonore de ces services et à proposer, d'autre part, des axes d'amélioration.

Une campagne de mesures effectuées dans cinq départements (78, 92, 93, 94 et 95) a donc été entreprise d'avril à septembre 2016 et ce rapport présente les principaux résultats et recommandations associées.

L'ARS Ile-de-France propose à présent d'aider les établissements de santé à s'engager dans une démarche globale de réduction du bruit par la mise en place de mesures et de sensibilisation destinées au public et au personnel hospitalier. Cet engagement a d'ailleurs été inscrit dans le Plan Régional Santé Environnement de troisième génération.

L'ARS Ile-de-France remercie les directeurs des établissements de santé ainsi que l'ensemble de leurs personnels pour leur mobilisation dans cette expérimentation et l'accueil réservé à ses équipes techniques au sein de leurs services de réanimation néonatale et de néonatalogie.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

- AP-HP** : Assistance Publique Hôpitaux de Paris
ARS : Agence régionale de santé
ASH : Agent de service d'hygiène
CHIC : Centre hospitalier intercommunal de Créteil
CHIPS : Centre hospitalier intercommunal de Poissy/Saint-Germain-en-Laye
CHRU : Centre hospitalier régional universitaire
CHUL : Centre hospitalier universitaire de Limoges
CHRO : Centre hospitalier régional d'Orléans
CIDB : Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit
CNB : Conseil national du bruit
CPOM : Contrat pluriannuel d'objectifs et de moyens
dB : Décibel
dB(A) : Décibel pondéré A
DD : Délégation départementale
DD 78 : Délégation départementale des Yvelines
DD 92 : Délégation départementale des Hauts-de-Seine
DD 93 : Délégation départementale de la Seine-Saint-Denis
DD 94 : Délégation départementale du Val-de-Marne
DD 95 : Délégation départementale du Val d'Oise
GREEN : Groupe de réflexion et d'évaluation de l'environnement des nouveau-nés
HAS : Haute autorité de santé
Hz : Hertz
IDF : Ile-de-France
INC : International Noise Council
LA_{max} : Niveau acoustique maximum pondéré A
LA_{eq} : Niveau acoustique moyen pondéré A
NIDCAP : Neonatal individualized developmental care and assessment program
OMS : Organisation mondiale de la santé
PMSI : Programme de médicalisation des systèmes d'information
PRSE 3 : Plan Régional Santé Environnement 3
PNSE : Plan National Santé Environnement
PSE : Pousse seringue électrique
RéMI : Réduire la mortalité infantile et périnatale
RESE : Réseau d'échange en santé environnement
SA : Semaine d'aménorrhée
SMUR : Service mobile d'urgence et de réanimation
UNSI : Unité néonatale de soins intensifs

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les différents stades de naissances	7
Figure 2 : Centres hospitaliers ayant participé à l'étude	9
Figure 3 : Équivalence entre les niveaux de pression sonore en Pascal (Pa) et en décibel (dB)	11
Figure 4 : Addition des sons	11
Figure 5 : Échelle des bruits	12
Figure 6 : Schéma de l'anatomie générale du système auditif humain	14
Figure 7 : Seuils d'exposition professionnelle réglementaires	18
Figure 8 : Valeurs guides américaines et internationales	19
Figure 9 : Récapitulatif des résultats des mesures acoustiques	23
Figure 10 : Niveaux sonores équivalents sur l'ensemble de la période d'étude dans les chambres et dans les incubateurs pour chacun des sites étudiés	27
Figure 11 : Exemple de l'évolution du niveau sonore moyen dans une chambre et dans un incubateur au CHIC à Créteil (Annexe 3)	27
Figure 12 : Résultats obtenus en fonction de l'occupation des chambres	29
Figure 13 : Comparaison générale	32
Figure 14 : Comparaison des résultats des études disponibles des ARS	33
Figure 15 : Principes de base du NIDCAP	38
Figure 16 : Démarche NIDCAP	38
Figure 17 : Tableau synthétique des recommandations	42
Figure 18 : Projet d'affiche	43
Figure 19 : Projet de dépliant	44

1. CADRE D'INTERVENTION

1.1. Contexte de l'étude

Depuis plusieurs années, de nombreuses sources sonores ont fait leur apparition au sein des hôpitaux, contribuant à une augmentation significative du paysage sonore interne des unités de soins et notamment des services de réanimation néonatale. Des études réalisées dans des établissements de santé par certaines Agences Régionales de Santé (ARS) rapportent des niveaux sonores bien supérieurs aux valeurs guides internationales, notamment dans les services de néonatalogie et de réanimation néonatale. Les nouveau-nés sont particulièrement vulnérables à ces nuisances sonores susceptibles d'engendrer des conséquences sanitaires : stress, perturbation du sommeil et de la croissance, déficit auditif, modification des indices physiologiques et comportementaux. Ces nuisances peuvent également être source de stress pour les parents et les équipes soignantes, en perturbant notamment la transmission de la parole.

Les Agences Régionales de Santé (ARS) du Centre et du Limousin ont ainsi été distinguées en décembre 2014 dans la catégorie "*Prévention et sensibilisation*" au concours national du "*Décibel d'Or*", organisé par le Conseil National du Bruit (CNB) (1). Ces ARS ont effectué, en 2011 et 2014, des mesures acoustiques sur une période de plusieurs jours afin de quantifier l'exposition au bruit des nouveau-nés au sein de services de néonatalogie et/ou de réanimation néonatale. Ces études ont permis d'enrichir les données disponibles dans ce domaine et d'établir des recommandations pour améliorer la qualité de la prise en charge des nouveau-nés dans ces services.

À la suite de ces travaux, le Conseil national du bruit (CNB) a constitué un groupe de travail dédié à ce sujet, qui a abouti à la publication d'un avis en décembre 2014 (2).

La Société française de néonatalogie s'est également saisie de cette question au sein du Groupe de réflexion et d'évaluation de l'environnement des nouveau-nés (GREEN).

C'est dans ce contexte et dans la continuité des travaux déjà engagés par certaines Agences Régionales de Santé (ARS) (3) (4) (5) (6) (7) que l'ARS Ile-de-France a effectué en 2016 une campagne de mesures acoustiques afin d'évaluer l'environnement sonore de cinq services de réanimation néonatale d'Ile-de-France (dans les départements des Yvelines (78), des Hauts-de-Seine (92), de la Seine-Saint-Denis (93), du Val-de-Marne (94) et du Val d'Oise (95)).

Cette étude vise à objectiver la situation francilienne, tout en enrichissant l'ensemble des données dans ce domaine et proposer des recommandations pour l'amélioration de l'environnement sonore de ces services et la santé des occupants.

1.2. Périnatalité et prématurité

Un enfant est considéré comme étant prématuré lorsqu'il naît avant la 37^{ème} semaine d'aménorrhée, c'est-à-dire avant huit mois et demi de grossesse.

Il est alors possible de distinguer l'extrême prématurité, la grande prématurité et la prématurité moyenne qui correspondent respectivement à des naissances ayant lieu avant la 28^{ème}, 32^{ème} et 37^{ème} semaine d'aménorrhée (Figure 1).

Ainsi, près de 60 000 enfants naissent prématurément chaque année en France métropolitaine et les coûts liés à la prématurité sont évalués à plus de 1,5 milliards d'euros par an (8).

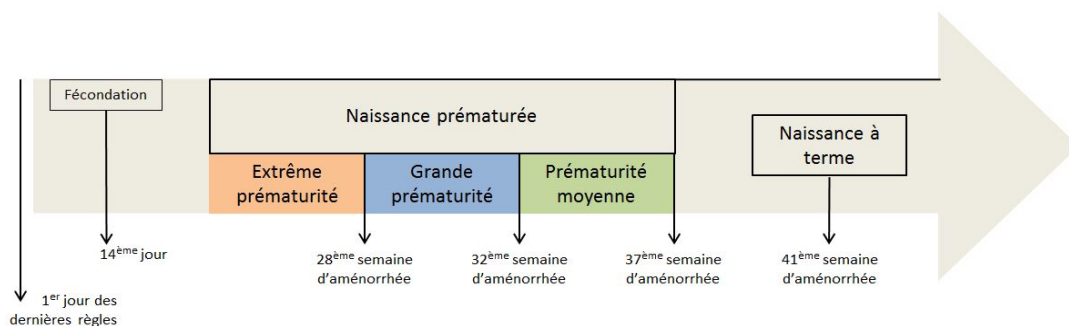


Figure 1: Les différents stades de naissances

La santé périnatale en Ile-de-France

Le taux de naissances prématurées en France tend à augmenter : 7% en 2016 contre 6% en 2006 (9) (10). Différents facteurs peuvent expliquer cette tendance : l'évolution des pratiques de réanimation, la proportion croissante de grossesses multiples, l'augmentation des procréations médicalement assistées, l'âge de la mère (<18 ou >35), la progression de la précarité...

L'Ile-de-France est la région la plus impactée par les naissances prématurées. C'est ainsi que 3% des nouveau-nés nés dans un établissement francilien (177 754 naissances) ont séjourné en réanimation en 2016 (5180 naissances).

D'après les données 2016 du Programme de Médicalisation du Système d'Information (PMSI) (11), l'Ile-de-France représente près de 23% des naissances métropolitaines.

Le taux de naissances vivantes prématurées avant 37 semaines d'aménorrhée (SA) est de 7,2%, supérieur au taux de France métropolitaine de 7%.

En Ile-de-France, selon le département de résidence, la prématurité (<37 SA) varie entre 6,7% à Paris et 7,9% en Seine-et-Marne (77) en 2016.

Les taux de prématurité sont significativement plus faibles que le reste de la région pour les départements des Yvelines (78), Hauts-de-Seine (92) et à Paris (<7%)

Les départements de Seine-et-Marne (77), Essonne (91) et Val-de-Marne (94) ont *a contrario* un taux significativement plus élevé (>7,5%).

Les naissances de grands prématurés (moins de 33 SA), représentent 1,5% des naissances vivantes (pour 1,3% en France Métropolitaine) et ont eu lieu à 80% dans des maternités de type III (cf. chapitre 1.3.).

La grande prématurité varie de 1,3% dans les Yvelines (78) et Hauts-de-Seine (92) (taux significativement plus faible) à 1,7% en Seine-Saint-Denis (93) où ce taux est significativement plus élevé.

De surcroît, l'Ile-de-France affiche des indicateurs de mortalité périnatale et infantile significativement plus élevés que les autres régions françaises et des disparités interdépartementales très marquées.

La mortalité infantile varie en Ile-de-France de 3,1 à 4,6 pour 1000 naissances vivantes selon le département de domicile. Les départements des Yvelines (78), Hauts-de-Seine (92) et à Paris ont un taux significativement plus bas ($\leq 3,2\%$) que le reste de l'Ile-de-France ($\leq 3,8\%$), alors que les départements de Seine-Saint-Denis (93) et du Val-d'Oise (95) ont un taux significativement plus élevé entre 2014 et 2016 ($\geq 4,4\%$).

Un programme de recherche action a donc été déployé par l'ARS IDF, en lien avec les partenaires (Conseil départemental, Caisse Primaire d'assurance maladie, réseau...), dans le département particulièrement touché par cette surmortalité, la Seine-Saint-Denis, pour réduire cette inégalité et cet enjeu de santé publique (projet RéMI, Réduction de la Mortalité Infantile). Des travaux sont actuellement en cours dans l'Est du Val d'Oise.

Par ailleurs, un programme de suivi des nouveau-nés vulnérables (enfants nés très prématurément ou ayant présenté une pathologie sévère en période périnatale) est déjà déployé sur l'ensemble du territoire régional. La coordination de ce suivi jusqu'aux sept ans de l'enfant est confiée aux réseaux de périnatalité. Périnat-Ars-Idf est un dispositif financé par l'ARS permettant l'analyse des données du PMSI (Programme de médicalisation des systèmes d'information) pour l'ensemble des patients hospitalisés dans les établissements franciliens dans le champ de la périnatalité.

Enfin, depuis la mise en place du programme de dépistage néonatal de la surdité bilatérale permanente en Ile-de-France en 2014, tous les établissements de santé autorisés à l'activité d'obstétrique et de néonatalogie d'Ile-de-France doivent effectuer la vérification de l'audition des nouveau-nés. La surdité permanente bilatérale néonatale concerne 1 nouveau-né sur 1000. Près de 98% des nouveau-nés ont bénéficié d'un dépistage en 2017. Toutefois, pour de multiples raisons (appareil non disponible, enfant sorti ou transféré avant la réalisation du test...), les nouveau-nés ne sont pas tous dépistés en maternité. L'ARS a lancé en février 2017 une enquête auprès de l'ensemble de ces établissements d'Ile-de-France afin d'évaluer l'organisation, les protocoles et les moyens consacrés à ce dépistage et de mettre en œuvre des mesures correctrices. Les nouveau-nés ayant des tests non concluants (environ 2% des enfants dépistés) doivent bénéficier d'un contrôle à distance de leur sortie de maternité ou de néonatalogie. Les résultats de ces tests de contrôle, souvent réalisés par un oto-rhino-laryngologiste, ne sont actuellement connus que pour un enfant sur deux. Les parcours de contrôle et de diagnostic doivent encore être améliorés.

1.3. Établissements concernés par l'étude et objectifs de l'étude

➤ Les établissements concernés

En France, les maternités sont classées en trois catégories : types I, II et III selon le niveau de soins qu'elles assurent pour les nouveau-nés (12),

- Les maternités de type I : disposent d'une unité d'obstétrique avec une présence organisée de sages-femmes, d'obstétriciens, de pédiatres et d'anesthésistes-réanimateurs. Elles assurent la prise en charge permanente de la grossesse avec le dépistage des facteurs de risque, de l'accouchement et des actes de chirurgie abdomino-pelvienne liés à la grossesse, à l'accouchement et à la délivrance et du suivi des nouveau-nés dont la naissance est intervenue dans l'établissement.
- Les maternités de type II-A et II-B : disposent d'une unité d'obstétrique comme les maternités de type I, mais également d'une unité de néonatalogie qui peut accueillir des enfants nés dans l'établissement ou dans un autre établissement, et où sont assurés la surveillance et les soins spécialisés des nouveau-nés à risque et de ceux dont l'état s'est dégradé après la naissance. Elles peuvent, dans des conditions précises, disposer d'un secteur de « soins intensifs néonataux » leur permettant notamment d'assurer, si nécessaire, une ventilation artificielle pendant quelques heures. Les maternités de type II A assurent des soins de néonatalogie. Les maternités de type II B assurent des soins néonataux et intensifs.
- Les maternités de type III : disposent d'une unité d'obstétrique comme les maternités de types I et II mais aussi d'une unité de néonatalogie avec un secteur de soins intensifs et d'une unité de réanimation néonatale permettant la surveillance et les soins spécialisés des nouveau-nés présentant des détresses graves ou des risques vitaux. Elles peuvent prendre en charge des enfants nés ou non dans l'établissement.

Compte-tenu des équipements présents et des niveaux sonores associés, l'étude s'est déroulée dans les maternités de type III.

L'Ile-de-France compte 15 maternités de type III (autorisation de soins intensifs et de réanimation néonatale).

L'étude a été conduite par cinq Délégations départementales de l'ARS Ile-de-France dans cinq maternités franciliennes de type III (Figure 2).

Département	Commune	Centre hospitalier - Maternité de niveau III
Yvelines (78)	Poissy	Centre hospitalier intercommunal de Poissy/Saint-Germain-en-Laye (CHIPS)
Hauts-de-Seine (92)	Clamart	Centre hospitalier Antoine Béclère
Seine-Saint-Denis (93)	Saint-Denis	Centre hospitalier de Saint-Denis Hôpital Delafontaine
Val-de-Marne (94)	Créteil	Centre Hospitalier Intercommunal de Créteil (CHIC)
Val-d'Oise (95)	Argenteuil	Centre Hospitalier Victor Dupouy

Figure 2 : Centres hospitaliers ayant participé à l'étude

➤ Les objectifs

Cette étude a pour objectifs de :

- quantifier l'exposition au bruit des nouveau-nés par des mesures sonométriques dans des maternités de type III,
- enrichir les données dans ce domaine et objectiver la situation francilienne,
- proposer des recommandations pour améliorer l'environnement sonore des nouveau-nés en milieu hospitalier le cas échéant.

2. GÉNÉRALITÉS

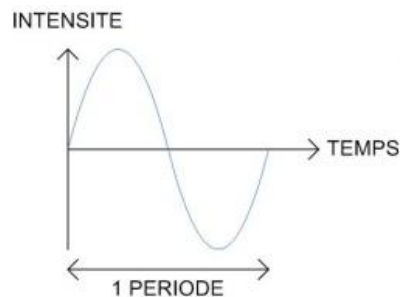
2.1 Notions d'acoustique

➤ Quelques définitions

• Le son

Le son est un phénomène physique (onde) défini comme une variation de pression qui peut être détectée par l'oreille humaine (13). Les variations de pression se propagent de proche en proche dans le milieu (air, eau, ...). Cette variation est exprimée en Pascal et est appelée pression acoustique.

Le son est défini par son intensité (ou niveau), exprimé en décibels (dB), sa fréquence exprimée en Hertz (Hz), et sa durée. On utilise le terme « bruit » pour désigner un son dérangeant, déplaisant, qui nous agresse (14).



La fréquence, correspondant au nombre de vibrations par seconde de l'onde sonore est exprimée en Hertz (Hz) : le son est aigu si la fréquence est élevée (vibrations rapides, c'est-à-dire longueurs d'onde courtes) et grave si la fréquence est faible (vibrations lentes, c'est-à-dire grandes longueurs d'onde). Par exemple, un son pur de 1 000 Hz entraîne la vibration des molécules d'air 1 000 fois par seconde. Pour information, les fréquences de la parole se situent entre 250 à 4000 Hz. La période est l'intervalle de temps séparant deux états vibratoires identiques et successifs dans lequel l'onde se propage

L'oreille humaine supporte des variations de pression allant de 20 μ Pa à 20 Pa. Cependant, un doublement de la pression acoustique n'est pas perçu comme un doublement du niveau de bruit.

Aussi, une fonction logarithmique est utilisée pour « dilater » les valeurs les plus faibles et « comprimer » les valeurs les plus élevées. L'unité des résultats de cette fonction est le décibel (dB). L'échelle s'étend de 0 dB, seuil de perception (20 μ Pa), à 120 dB, seuil de douleur (20 Pa) (13). La figure 5 présente quelques exemples de niveau de pression acoustique rencontrés dans l'environnement.

En plus de cette large gamme de perception en amplitude, l'oreille humaine est également capable de détecter une plage de fréquences étendue variant de 20 à 20 000 Hz (13).

Toutefois, La perception humaine est complexe : elle varie avec le niveau et avec la fréquence.

Par exemple, pour les sons de niveaux courants (vie quotidienne), l'oreille atténue les sons fortement en basses fréquences et légèrement en hautes fréquences. Pour les sons de niveaux élevés, l'oreille atténue peu en basses fréquences, mais significativement en hautes fréquences.

Afin de prendre en compte cet effet physiologique, on applique au son, mesuré en dB, un filtre afin d'obtenir un spectre fréquentiel qui corresponde à la sensibilité réelle de l'oreille (15).

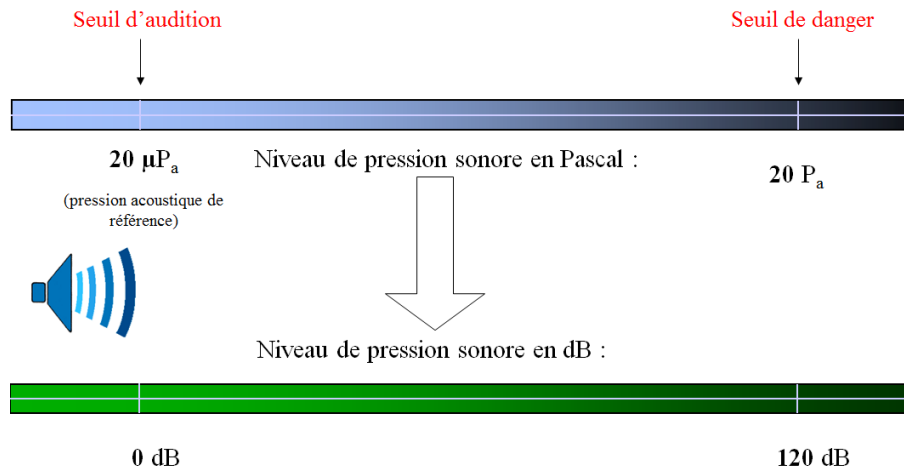
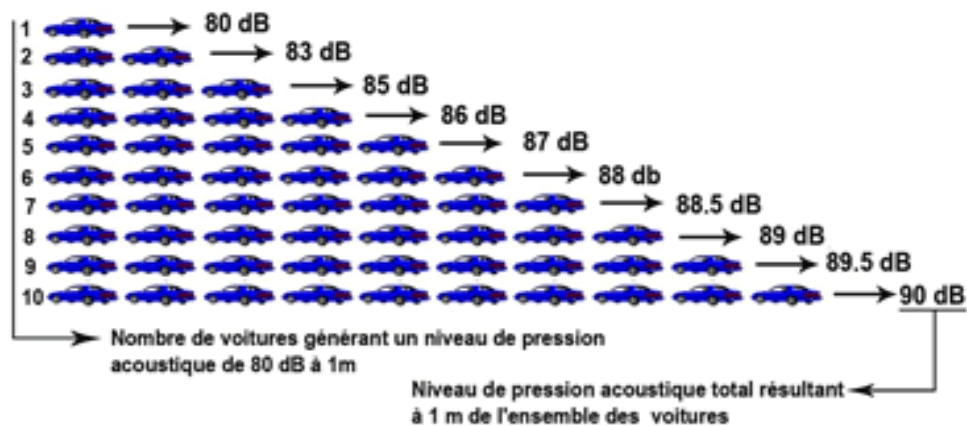


Figure 3 : Équivalence entre les niveaux de pression sonore en Pascal (Pa) et en décibel (dB).

L'addition des sons

Pour additionner deux niveaux sonores, il faut ajouter à la valeur la plus élevée une valeur comprise entre 0 et 3 dB, selon la différence entre les 2 niveaux acoustiques. Lorsque les deux niveaux sonores sont équivalents, il suffit d'ajouter 3 dB pour obtenir le niveau sonore total (exemple : 50 dB + 50 dB = 53 dB). Lorsque la différence entre les deux niveaux sonores est supérieure ou égale à 10 dB, le niveau sonore total est égal au niveau sonore le plus élevé, on parle d'« effet de masque » (exemple : 40 dB + 50 dB = 50 dB) (13).



Source : Notions d'acoustiques - ASM Acoustics –

Figure 4 : Addition des sons

Quelques exemples de niveaux de pression acoustique rencontrés dans l'environnement sont présentés dans la Figure 5 ci-après :



Source : Service de protection contre le bruit et les rayonnements non ionisants du canton de Genève.

Figure 5 : Échelle des bruits

- **Le bruit ambiant**

Le bruit ambiant est défini comme le total de bruit existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées [NF S 30-101].

- **Le sonomètre**

Un sonomètre est un système électronique constitué d'amplificateurs et de filtres visant à quantifier le niveau sonore. Les filtres permettent d'ajuster la manière dont l'instrument mesure le bruit (pondération fréquentielle). Le sonomètre reçoit un signal électrique du microphone qu'il amplifie, filtre et traite. Le résultat obtenu est généralement un ensemble de niveaux sonores pondérés A (cf. paragraphe « unités et indices usuels ») calculés chacun sur une durée dite d'intégration (souvent 125 ms ou 1s).

Codage : le codage permet le repérage de sources sonores ou d'événements particuliers. Lors de l'apparition d'événements sonores ou particuliers, prévus ou pas, l'opérateur « code » en appuyant sur le clavier aux rythmes des apparitions et disparitions des événements en ayant prédéfini les correspondances entre le bruit et le code. Plusieurs codages correspondant à des sources sonores différentes peuvent être exécutés.

- **Unités et indices usuels**

- **Le décibel (dB)**

Le décibel est l'unité de mesure d'un niveau sonore. Le décibel est construit à partir du logarithme décimal du rapport entre l'énergie du signal étudié et une valeur de référence. Cette valeur de référence est le seuil d'audition de l'oreille humaine à la fréquence de 1 000 Hz exprimé soit en pression acoustique ($p_0 = 20 \times 10^{-6}$ Pa) soit en intensité acoustique ($I_0 = 10^{-12}$ W).

- **Pondération A, Pondération C (15)**

L'oreille humaine ne perçoit pas l'ensemble du spectre audible de la même manière. En effet, les sons de

basses ou hautes fréquences sont moins bien perçus. Aussi, pour transposer cette grandeur physique au niveau ressenti par une oreille humaine, les sonomètres sont équipés d'un filtre de pondération.

La pondération de type A est calquée sur la sensibilité moyenne de l'oreille humaine aux niveaux de bruit courants et doit être utilisée pour estimer le niveau acoustique continu équivalent pondéré A $LA_{eq,T}$.

La pondération de type C est calquée sur la sensibilité moyenne de l'oreille humaine aux niveaux de bruit élevés. Cette courbe est quasiment linéaire dans la partie principale du champ auditif pour l'homme. Elle doit être utilisée pour l'étude des niveaux de pression acoustique de crête LC_{max} .

- **Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($LA_{eq,T}$)**

C'est le niveau d'un bruit stable qui donnerait la même énergie acoustique qu'un bruit à caractère fluctuant, pendant un intervalle de temps T. Il est appelé niveau équivalent moyen. Il s'exprime en dB(A) pondéré A, noté dB(A) et est associé à une durée.

Ce niveau est très régulièrement utilisé comme indicateur de gêne.

- **Le niveau maximum (LA_{max})**

C'est le niveau le plus élevé mesuré (avec une pondération fréquentielle A) sur une période de temps déterminée. Il peut être inférieur de plusieurs décibels à la valeur crête.

- **Le niveau crête (LC_{max})**

Le niveau crête caractérise un bruit impulsionnel. L'unité est le dB avec une pondération C, utilisée pour les sons de forte intensité. Il est défini comme étant le niveau de la valeur maximale de la pression acoustique instantanée.

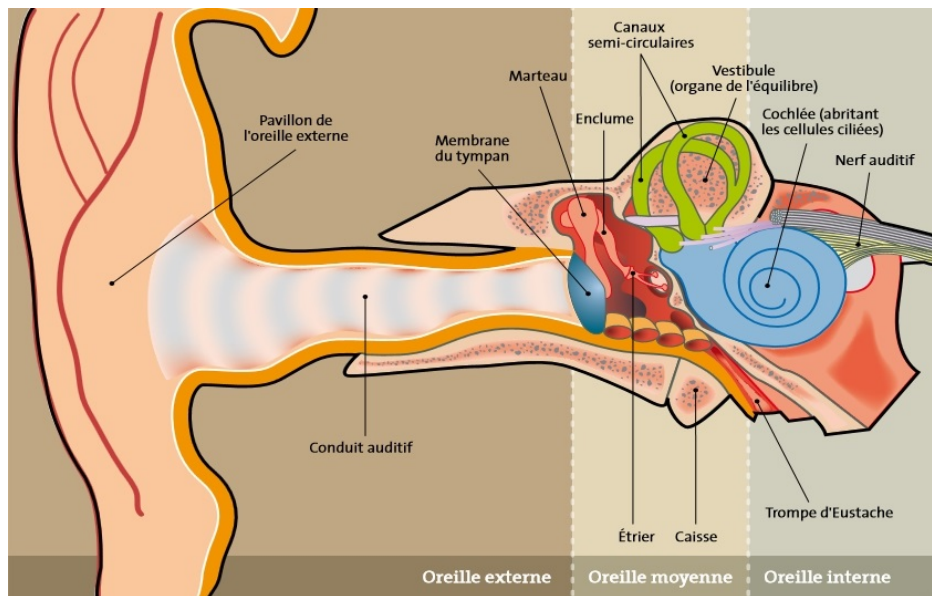
- **L10**

L'indice L10 est le niveau acoustique équivalent dépassé pendant 10% du temps d'analyse.

2.2. Système auditif

➤ Description du système auditif

L'oreille se divise en trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne (Figure 6).



Source : plaquette rédigée par le CIBD « Grandir avec les sons »

Figure 6 : Schéma de l'anatomie générale du système auditif humain

L'oreille externe se compose :

- **du pavillon** : composé de cartilage élastique, il permet de capter les sons.
- **du conduit auditif** : il est en charge d'acheminer les sons au tympan. Il protège également l'oreille des bactéries et des poussières.

L'oreille moyenne assure la transmission des sons à l'oreille interne et l'équilibre de la pression du tympan. Elle se compose :

- **du tympan** : il s'agit d'une membrane fibreuse, transparente, qui sépare le conduit auditif externe de la caisse du tympan (cavité de l'oreille moyenne contenant les osselets) et transmet les vibrations sonores aux osselets.
- **de trois osselets c'est-à-dire le marteau, l'enclume et l'étrier** : le marteau est chargé de transmettre les vibrations sonores du tympan à l'enclume, qui les relaie à l'étrier.
- **de la trompe d'Eustache** : il s'agit d'un conduit reliant le pharynx, situé au fond de la bouche, à l'oreille moyenne. Elle permet d'égaliser les pressions externes et internes qui s'exercent sur le tympan.

L'oreille interne contient les structures responsables de l'équilibre et celles en charge de transformer l'influx nerveux en sons. Elle se compose :

- **du vestibule** : il contient les cellules nerveuses responsables de l'équilibre. Elles détectent les mouvements du corps et les transmettent en influx nerveux au cervelet.
- **des canaux semi-circulaires** : il s'agit de trois tubes remplis de liquide. Lorsqu'il est en mouvement, le cervelet, grâce aux récepteurs à la base de ces tubes, est en mesure de nous situer dans l'espace.
- **de la cochlée** : elle renferme les cellules nerveuses responsables de l'audition. Elles sont en charge de convertir les vibrations sonores en influx nerveux, qui sont ensuite transmises au cerveau grâce au nerf auditif.

➤ **Le système auditif du fœtus et du nouveau-né**

- **L'environnement sonore**

Les systèmes sensoriels humains se développent au cours des premiers mois pré et postnataux et dépendent, en partie, des interactions entre le fœtus puis le nouveau-né et les stimulations environnementales auxquelles il est exposé (16). Le système auditif est un système sensoriel particulièrement important puisqu'il est à la base du bon développement cognitif et langagier.

L'environnement sonore du fœtus dépend donc directement des bruits internes liés à la physiologie maternelle et des bruits externes atténués par les tissus et le liquide amniotique (17) (16). Les bruits internes sont représentés par les activités cardiovasculaires, digestives et respiratoires de la mère et correspondent principalement à des sons de basses fréquences. Ce sont des bruits réguliers qui font donc partie intégrante du « paysage sonore » fœtal. Les bruits externes, quant à eux, ont diverses origines (voix maternelle, ...). Grâce aux tissus abdominaux maternels, ils sont atténués lors de leur arrivée jusqu'au fœtus.

Le fœtus se développe donc dans un environnement sonore permanent, principalement rythmé par le pouls maternel et par les différents bruits provenant de l'extérieur. En revanche, pour un nouveau-né prématuré, l'environnement acoustique des unités de soins intensifs est bien différent. Les nouveau-nés prématurés ne bénéficient plus de la protection qu'offre la mère et ils se retrouvent exposés, lors de leur hospitalisation, à de nombreux sons qui compromettent leur stabilité physiologique.

- **Le développement du système auditif**

Le système auditif s'édifie essentiellement durant le premier trimestre de la grossesse et respecte plusieurs grandes étapes de développement (17).

Ainsi, à deux mois d'âge gestationnel, les pavillons de l'oreille débutent leur formation : ils sont alors réduits à l'état de petites protubérances de chair. Il en est de même pour les trois osselets de l'oreille moyenne.

À trois mois d'âge gestationnel, les tissus qui constituent le tympan se développent à leur tour. Des cellules sensorielles, capables de recevoir et de transformer les informations sonores, font leur apparition au niveau de la cochlée.

À cinq mois d'âge gestationnel, les pavillons atteignent leur forme « adulte ». L'oreille interne termine sa formation et, malgré la maturation plus tardive d'autres structures qui le composent, le système auditif devient fonctionnel.

À sept mois d'âge gestationnel, le conduit auditif poursuit sa formation et la construction de l'oreille moyenne se termine : elle devient mécaniquement fonctionnelle.

La perception des sons par le fœtus intervient donc avant la naissance. Plusieurs études ont mis en évidence qu'un bruit peut déclencher une réponse physiologique du fœtus. Il existe donc bel et bien une audition prénatale.

In vivo, l'utérus maternel et le liquide amniotique offrent au fœtus une véritable protection acoustique contre les sons de hautes fréquences dont la fréquence est supérieure à 250-500 Hertz (Hz) (18).

Enfin, pour permettre une bonne reconnaissance des sons et un bon apprentissage de la parole, la maturation du système auditif devra alors se poursuivre bien au-delà de la naissance, généralement jusqu'à l'âge de trois à quatre ans.

2.3. Effets sanitaires du bruit

➤ Effets sanitaires du bruit - Généralités (19)

L'exposition au bruit peut générer des effets sanitaires sur l'audition (effets auditifs) ou des effets sanitaires indirects (extra-auditifs), pouvant eux-mêmes être distingués en subjectifs ou objectifs.

● Les effets auditifs

Ce sont les conséquences fonctionnelles néfastes d'une exposition excessive au bruit qui peuvent se traduire par différentes atteintes :

- fatigue auditive et surdité : premier signal d'alarme lié à une exposition à un bruit intense de manière répétée, la fatigue auditive se caractérise par une perte temporaire de l'audition.
- acouphènes : l'acouphène chronique est un bruit subjectif, entendu sans cesse, jour et nuit, dans l'oreille ou dans la tête, sans aucun stimulus sonore extérieur.
- hyperacousie : elle se caractérise par le fait de percevoir les sons à un niveau bien supérieur à la normale.

● Les effets extra-auditifs

Ces effets peuvent se manifester lors d'expositions chroniques ou répétées à des niveaux sonores beaucoup plus faibles.

Les effets extra-auditifs du bruit peuvent généralement être classés en deux catégories :

- effets subjectifs, pouvant entraîner une gêne et donnant lieu à une perception individuelle.
- effets objectifs, pouvant être mesurés selon des critères applicables à tous les individus :
 - effets sur le sommeil
 - effets sur le système endocrinien
 - effets sur le système cardio-vasculaire
 - effets sur le système immunitaire
 - effets sur la cognition (données sur l'enfant)
 - effets psychologiques.

Ces effets sont étroitement liés à la dose d'exposition.

➤ Effets sanitaires du bruit sur les nouveau-nés prématurés

Du fait de leur immaturité, les nouveau-nés prématurés peuvent être touchés par de multiples pathologies. Bien que l'environnement médical hautement technique dans lequel ils sont placés dès leur naissance tente de satisfaire leurs besoins physiologiques, il peut s'avérer être très perturbant (procédures de soins répétées, niveau sonore trop élevé, luminosité quasi-permanente...).

Les situations de stress sont relativement fréquentes et les nouveau-nés prématurés sont capables de montrer leur sensibilité à ces situations à travers des indices physiologiques et comportementaux modifiés (augmentation du rythme cardiaque, modification du rythme respiratoire, augmentation de l'activité motrice, froncement des sourcils et plissement des yeux, ...) (20).

L'environnement acoustique des services de réanimation néonatale est très différent de l'environnement *in utero*.

Suite à ces observations, différents outils ont été structurés et évalués pour individualiser le développement des nouveau-nés hospitalisés et leur permettre d'évoluer dans un environnement physique mieux adapté (16).

Le CNB indique, dans son avis du 10 décembre 2014, que le nouveau-né réagit aux stimulations sonores. Les pics sonores, atteignant 55-60 dB(A) et majoritairement liés aux appareils techniques,

peuvent aboutir à des réactions de stress avec accélération de la fréquence cardiaque et diminution de la fréquence respiratoire. Ils peuvent s'accompagner d'une baisse de l'oxygénation systémique et cérébrale de l'enfant. Du fait de l'immaturité de son système nerveux autonome, ces occurrences sonores peuvent déclencher de réelles pauses respiratoires (apnées) avec ralentissement du cœur (bradycardie). A ces signes peuvent s'associer des modifications du comportement à type d'agitation et de pleurs ainsi que des ruptures fréquentes de sommeil (2).

3. RÉGLEMENTATION FRANÇAISE ET VALEURS GUIDES INTERNATIONALES

3.1. Cadre réglementaire français

L'arrêté du 25 avril 2003 (21) relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé fixe des exigences acoustiques pour la construction d'un bâtiment neuf ou d'une partie nouvelle d'un bâtiment existant.

Ces prescriptions concernent en particulier l'isolement entre locaux et les temps de réverbération admissibles.

Cet arrêté précise notamment que le niveau acoustique transmis dans un local par le fonctionnement d'un équipement collectif ne doit pas dépasser :

- 35 dB(A) dans les salles d'examens et de consultations, les bureaux médicaux et soignants ainsi que les salles d'attente,
- 40 dB(A) dans les locaux de soins,
- 40 dB(A) dans les salles d'opérations, d'obstétriques ainsi que dans les salles de travail.

L'article R.4431-2 du code du travail fixe des valeurs d'exposition pour protéger les travailleurs exposés au bruit (22).

Cet article s'applique à tous les lieux de travail, y compris les services hospitaliers.

Le niveau d'exposition quotidienne des travailleurs au bruit est ainsi limité à 87 dB(A) et à un niveau crête de 140 dB(C).

SEUILS	PARAMÈTRES	RÉGLEMENTATION
Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI)	Exposition moyenne (Lex,8h)	80 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	135 dB(C)
Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS)	Exposition moyenne (Lex,8h)	85 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	137 dB(C)
Valeur limite d'exposition (VLE*)	Exposition moyenne (Lex,8h)	87 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	140 dB(C)

Figure 7 : Seuils d'exposition professionnelle réglementaires

Il n'existe pas de réglementation, ni de valeurs guides françaises concernant les niveaux sonores à ne pas dépasser spécifiquement pour les unités de soins de réanimation néonatale et de néonatalogie.

Les seules limites d'exposition réglementaires existantes adaptées aux jeunes enfants portent sur les établissements diffusant habituellement de la musique amplifiée. Ainsi, le décret du 7 août 2017 relatif à la prévention des risques liés aux bruits et aux sons amplifiés distingue les niveaux continus

équivalents à ne pas dépasser entre les adultes et les enfants de moins de 6 ans (102 dBA contre 94 dBA).

3.2. Valeurs guides internationales

Différents organismes ont établi des normes sur l'environnement sonore en milieu hospitalier (Figure 8). Les valeurs varient selon les pays mais plusieurs associations nationales et internationales retiennent la valeur de 45 - 50 dB pour définir un environnement hospitalier sécuritaire.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) présente ses valeurs guides dans son rapport intitulé « OMS Europe - Rapport Guidelines for Community noise – 1999 ».

Les États-Unis proposent des valeurs guides dans le rapport du 26 janvier 2012 de la 8^{ème} édition *Consensus Conference on Newborn ICU Design* intitulé “*Recommended standards for Newborn ICU (Intensive Care Unit) design*” - White RD, Smith JA, Shepley MM ; Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design.

Pays	Organismes (année)	Environnement hospitalier	Limite maximale d'intensité sonore
États Unis	American Academy of Pediatrics (1997) (23)	Unité néonatale	45 dB
	United States Environmental Agency (US EPA) (1974) (24)	Toute unité de soins	45 dB exprimé en L_{dn} (niveau équivalent jour /nuit)
	Recommandations du comité des standards pour les unités néonatales de soins intensifs (2012) (25)	Unité néonatale (chambres)	L_{Aeq} : 45 dB (A) Intervalle 1 heure L_{A10} : 50 dB (A) L_{Amax} : 65 dB (A)
		Unité néonatale (aires de travail)	L_{Aeq} : 50 dB (A) Intervalle 1 heure L_{A10} : 55 dB (A) L_{Amax} : 70 dB (A)
International	Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (1999) (26)	A l'intérieur des locaux (nuit)	L_{Amax} : 40 dB (A)
		Salles communes (nuit)	L_{Aeq} : 30 dB (A) L_{Amax} : 40 dB (A)
		Salles communes (jour)	L_{Aeq} : 30 dB (A)
		Salles de soins	L_{Aeq} : 35 dB (A)
	International Noise Council (INC) (1977) (27)	Toute unité de soins (jour)	45 dB (A)
		Toute unité de soins (soir)	40 dB (A)
		Toute unité de soins (nuit)	30 dB (A)

Figure 8 : Valeurs guides américaines et internationales

4. ORGANISATION GÉNÉRALE DES SERVICES DE NÉONATOLOGIE ET DE RÉANIMATION NÉONATALE DE CENTRES HOSPITALIERS FRANCILIENS

4.1. Caractéristiques communes

Les services de néonatalogie et de réanimation néonatale des cinq maternités ayant participé à l'étude disposent toutes d' :

- une unité de réanimation néonatale,
- une unité de soins intensifs,
- une chambre de soins palliatifs pour certains.

Ces services sont composés de chambres simples, doubles ou triples équipées de couveuses, de salles ou bureaux pour le personnel soignant et d'une salle de repos à disposition des familles.

De tels services prennent en charge les nouveau-nés prématurés qui nécessitent des soins spécifiques et ceux qui présentent des maladies ou des malformations graves. La prise en charge médicale du nouveau-né est assurée dès la salle d'accouchement.

Les professionnels y travaillant doivent détenir des compétences spécifiques en médecine néonatale en raison des situations d'urgence vitale fréquemment rencontrées dans ce contexte.

Différents personnels interviennent tels que :

- le personnel médical : médecins, pédiatres, sages-femmes...
- le personnel paramédical : puériculteurs, infirmiers, auxiliaires de puériculture, kinésithérapeutes, psychomotriciens...
- le personnel technique : agents technique, de service d'hygiène (ASH), de maintenance et d'entretien ...
- le personnel administratif et social : direction, service des achats, assistantes sociales...

Deux équipes se relaient le jour et la nuit et procèdent aux échanges d'information appelés « Transmissions médicales ». Elles sont réalisées par écrit ou oralement suivant les établissements.

Une journée type s'articule autour de :

- l'alimentation du nouveau-né toutes les 3h en moyenne,
- les interventions du personnel médical (pédiatres, ...),
- les interventions du personnel paramédical (infirmiers, kinésithérapeutes, psychomotriciens...),
- les soins de nursing portés sur le nouveau-né,
- les transmissions médicales,
- les réunions du staff multidisciplinaire,
- les examens spécifiques (radiologie...),
- le nettoyage des locaux et des équipements par les ASH,
- les visites des parents.

4.2. Équipements disponibles dans les services

Les principaux équipements répertoriés dans les services de réanimation néonatale sont décrits ci-après :

➤ Incubateur

L'incubateur appelé aussi couveuse, est un berceau fermé en plexiglass transparent qui permet de contrôler l'humidité de l'air et la température corporelle du nouveau-né prématuré. Il permet également de l'isoler des germes environnants et de le surveiller visuellement. Il est souvent recouvert d'une couverture pour isoler le nouveau-né de la lumière (notamment la nuit) et du bruit ambiant. Il émet une alarme sonore dès que la température du nouveau-né et/ou le taux d'humidité de l'air baissent ou augmentent.

➤ Scope

Le scope est un appareil de surveillance relié au nouveau-né par des électrodes placées sur le corps du bébé. L'appareil permet à la fois de capter les battements du cœur et les mouvements respiratoires, d'analyser le taux d'oxygène (saturation ou désaturation en oxygène) et de mesurer la tension artérielle.

➤ Respirateur

Les poumons d'un prématuré sont immatures et nécessitent une ventilation pour les aider à fonctionner. Le respirateur, appelé aussi ventilateur, fournit alors aux poumons du bébé de l'air réchauffé, humidifié et parfois enrichi en oxygène. Le respirateur est doté d'une alarme. La ventilation se fait par oscillation haute fréquence (OHF) avec expiration active, adaptée aux prématurés.

➤ Pousse-seringue

Le pousse-seringue électrique (PSE) est destiné à injecter des médicaments ou de la nourriture. Il est équipé d'une alarme.

5. RÉALISATION DES MESURES ACOUSTIQUES

5.1. Matériels et méthode

Le protocole de mesures préalablement défini consistait en la réalisation de campagnes de mesures acoustiques, avec mise en œuvre de codage (cf. chapitre 2.1.) dans les différents centres hospitaliers, sur une période de 24 heures en continu par des équipes des Délégations départementales impliquées dans le projet d'étude. Toutefois, l'ensemble de ces dispositions n'a pas pu être appliqué par toutes les Délégations départementales.

Les mesures acoustiques ont été réalisées à l'aide de sonomètres de type Fusion ou Symphonie de la marque 01 dB-ACOEM.

Les sonomètres, reliés à un ordinateur tout au long de l'acquisition des mesures ont permis aux opérateurs de visualiser en temps réel les niveaux sonores enregistrés et de coder, le cas échéant, des événements sonores spécifiques sur les tracés des enregistrements.

Au cours de chacune des campagnes d'étude, deux appareils de mesure ont été utilisés simultanément.

Le premier appareil de mesure était disposé dans la chambre occupée par un ou deux nouveau-nés, pour mesurer le niveau du bruit ambiant de la chambre. Le sonomètre était placé sur un trépied et positionné de manière à ne pas entraver l'activité des équipes soignantes.

Le second sonomètre, équipé d'un microphone déporté et d'une rallonge, était installé dans l'incubateur, à proximité de la tête du nouveau-né. Le microphone ayant été préalablement désinfecté selon le protocole de l'équipe soignante. Cette mesure est représentative de l'exposition majeure du nouveau-né.

5.2. Résultats des mesurages

Les résultats complets des mesures acoustiques réalisées dans chaque établissement sont reportés en annexes 1 à 5.

Le tableau suivant reprend l'ensemble des valeurs disponibles pour les 5 établissements de santé (figure 9).

	Annexe 1 Centre hospitalier de Poissy/Saint-Germain - Poissy 78				Annexe 2 Centre hospitalier Antoine Béclère - Clamart 92		Annexe 3 Centre hospitalier de Créteil 94		Annexe 4 Centre hospitalier Victor Dupouy - Argenteuil 95		Annexe 5 Hôpital Delafontaine - Saint-Denis 93			
	Date de mesurage Jeudi 21 au vendredi 22 avril 2016				Mercredi 8 au jeudi 9 juin 2016		Vendredi 27 au samedi 28 mai 2016		Mardi 28 au mercredi 29 juin 2016		Mercredi 28 au vendredi 30 septembre 2016			
Sur 24 heures	Chambre		Incubateur		Chambre	Incubateur	Chambre	Incubateur	Chambre	Incubateur	Chambre		Incubateur	
	Simple	Triple	Simple	Triple							Simple	Triple	Simple	Triple
LAeq (dBA)	63,2		67		60,7	53,4	55,7	70,8	61,4	52,5	56,2	65,5	56,4	58,7
LAmin (dBA)	50,8		45,9		42,8	41,8	50,1	50,4	47,5	44,1	41,1	61,8	49,5	54,2
LAmix (dBA)	88,6		86,7		85,9	76,7	58,9	76,4	89,5	82,8	82,8	77,9	84,3	83
LCmax (dBC)	108,8		121,1							108,4				
L10 (dBA)									55,9	52,2				
Jour	12h-22h	7h-12h	12h-22h	7h-12h	7h-19h	7h-19h	7h-0h		7h21-0h	7h21-0h	10h-19h			
	LAeq (dBA)	63,1	65,2	68,4	65,2	60,5	52,2	56,1	71	61,7	53,2	55,8	66	59
LAmin (dBA)	52,1	51,9	51,2	51,9	42,8	41,6	45	46,9	47,6	44,1	42	61,8	51,4	54,8
LAmix (dBA)	83,4	80,1	82,6	80,1	85,9	76,7	80	111,4	89,5	53,2	80,3	77,9	88,6	82,2
LCmax (dBC)														
L10 (dBA)							57,8	72,6	56,7		59,6	66,4	59,4	60,8
Nuit	22h-7h		22h-7h		19h-7h	19h-7h	0h-9h		0h-7h26	0h-7h26	20h-7h			
	LAeq (dBA)	63,4	65,9	65,9	65,9	59,1	54,5	54,8	69,6	60,1	50,1	56,3	65,1	56,4
LAmin (dBA)	50,8	50,8	45,9	45,9	45,5	45,3	48,2	48,3	47,5	45	41,1	63,2	49,5	54,2
LAmix (dBA)	88,6	88,6	86,7	86,7	78,3	72,5	77,4	80,1	86,1	78,4	82,8	77,1	84,3	83
LCmax (dBC)														
L10 (dBA)							54,6	71,5	53,3		60,7	65,6	56,6	59,6

Figure 9 : Récapitulatif des résultats des mesures acoustiques

5.3. Limites de l'étude

Les résultats de ces mesures définissent des tendances. Cette étude présente des limites dépendantes notamment des incertitudes abordées dans les parties suivantes.

5.3.1. Incertitude liée au sonomètre

Chaque mesure doit faire l'objet d'un étalonnage du sonomètre au début et à la fin des acquisitions de données. L'étalon appelé calibre acoustique génère un niveau de pression sonore connu et maîtrisé (habituellement 94 décibels à 1000 Hz) qui permet à l'opérateur de régler son sonomètre par comparaison.

Les sonomètres ont été disposés de façon à ne pas gêner le personnel. Le microphone dans la couveuse permet, par son positionnement, d'avoir une mesure à hauteur de l'oreille de l'enfant. En revanche, le sonomètre ambiant a été disposé généralement dans un coin de la chambre pour ne pas gêner le personnel dans ses déplacements au sein de la chambre, ce qui n'est pas une position optimale pour éviter la réverbération du son.

5.3.2. Incertitude liée au codage

Certaines Délégations départementales ont procédé aux codages des événements sonores, soit sur 24h, soit uniquement en période diurne. Les comparaisons entre les différentes mesures présentent donc des limites.

Les différents codages attribués aux mesures acoustiques permettent uniquement de dégager des tendances. Il est en effet très complexe de coder tous les événements acoustiques en fonction de leur nature par du personnel (opérateurs de l'ARS) peu sensibilisé aux matériels utilisés dans les services de réanimation néonatale ou de néonatalogie. Par ailleurs, les opérateurs, souvent installés dans les couloirs, n'avaient pas toujours une bonne visibilité des opérations réalisées à l'intérieur des chambres, des ouvertures ou fermetures des incubateurs.

Lorsque le codage a été réalisé, il a été parfois difficile de le faire précisément car plusieurs sources sonores étaient présentes simultanément (alarme, pleurs du bébé, comportement des infirmières...). Enfin, un des sonomètres utilisé ne permet pas de coder plusieurs sources en même temps ; dans cette situation, la première source sonore apparue a donc été codée.

5.3.3. Incertitude liée au comportement inhabituel du personnel et du public

La présence des opérateurs de l'ARS dans le service modifie inévitablement les pratiques du personnel hospitalier et des familles. Aussi, les opérateurs ont rapporté que les niveaux et durées des bruits générés par les conversations, les déplacements d'objets, les claquements de portes, n'étaient pas représentatifs d'une journée habituelle et s'en trouvaient certainement diminués (CHIPS annexe 1, hôpital Delafontaine annexe 5) d'après les informations communiquées par le personnel.

Certains personnels ont indiqué avoir porté davantage d'attention à la fermeture de la porte de la chambre au début de la mesure, mais avoir repris un comportement habituel après un temps d'adaptation à la présence des opérateurs (hôpital Antoine Bécclère, annexe 3).

Pour un autre établissement (hôpital Victor Dupouy, annexe 4), la présence des opérateurs ne semble pas avoir perturbé le travail des infirmières ni modifié leurs protocoles et habitudes. Les infirmières se parlaient de chambre à chambre, souvent la porte ouverte et s'interpellaient en tapant sur la partie vitrée. La grande majorité de la journée, la porte de la chambre restait ouverte. Lors de la mesure, il a été constaté que la transmission médicale entre les deux équipes (équipe de jour/équipe de nuit) s'est faite face au tableau situé devant la porte ouverte de la chambre concernée par les mesures.

Concernant le public, aucune Délégation départementale n'a noté de comportement bruyant notamment de la part des parents. Les parents ont rarement été présents pendant les périodes de mesures, n'entraînant donc aucune incidence significative sur les niveaux sonores.

5.3.4. Incertitude liée aux périodes de mesures

Différents créneaux horaires ont été utilisés par les Délégations départementales.

Les créneaux horaires ont été fixés selon les horaires de renouvellement du personnel jour/nuit ou sur les périodes diurnes et nocturnes définies dans les dispositions du code de la santé publique applicables aux bruits de voisinage ou selon le séquençage du logiciel de traitement des mesures.

5.3.5. Incertitude liée aux dysfonctionnements de matériels

À l'hôpital Delafontaine (annexe 5), dans la chambre triple, le silencieux du respirateur d'un incubateur dysfonctionnait, engendrant des niveaux sonores plus élevés, ce qui n'était pas le cas dans la chambre simple. Les situations n'étaient donc pas similaires au sein des deux chambres.

À l'inverse, les matériels bruyants tels que laveuses de sols, sèche-linge défectueux...n'ont pas été mis en fonctionnement en présence des opérateurs.

6. DISCUSSION

6.1. Comparaison aux valeurs réglementaires françaises et aux valeurs guides internationales

6.1.1. Comparaison des niveaux sonores moyens avec les valeurs réglementaires françaises

La réglementation française sur le bruit au travail définit des seuils à partir desquels des actions de prévention doivent être engagées pour les salariés (21).

Les résultats obtenus sur la période de mesure totale ainsi que sur les périodes de mesure diurne et nocturne pour l'ensemble des sites sont en-dessous des exigences réglementaires d'exposition déclenchant une action définies pour les travailleurs, en exposition moyenne ou en niveau de crête.

Toutefois, les seuils fixés dans la réglementation française pour le bruit au travail ne s'appliquent pas au public. En effet, ces normes n'ont pas pour finalité la protection de la santé publique et encore moins celle d'une population à vulnérabilité spécifique comme celle des nouveau-nés.

6.1.2. Comparaison des niveaux sonores moyens avec les valeurs de références internationales

Les données disponibles, pour l'ensemble des sites étudiés, montrent que :

➤ dans les chambres

- Les valeurs du niveau sonore équivalent (LA_{eq}), sur la totalité de la période de mesure, sont comprises entre 55,7 dB(A) et 65,5 dB(A) (respectivement CHIC et Hôpital Delafontaine).
- Les valeurs du niveau sonore équivalent maximum (LA_{max}) sont comprises entre 58,9 et 89,5 dB(A) (respectivement CHIC et Hôpital Victor Dupouy).

➤ dans les incubateurs

- Les valeurs du niveau sonore équivalent (LA_{eq}), sur la totalité de la période de mesure, sont comprises entre 52,5 dB(A) et 70,8 dB(A) (respectivement Victor Dupouy et CHIC).
- Les valeurs du niveau sonore équivalent maximum (LA_{max}) sont comprises entre 76,4 dB(A) et 86,7 dB(A) (respectivement CHIC et CHIPS).

Il est noté qu'à l'Hôpital Delafontaine (annexe 6), le respirateur d'un des incubateurs de la chambre triple était particulièrement bruyant.

En comparaison avec les valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de l'*International Noise Council* (INC), les résultats obtenus dans cette étude multi-sites sont tous supérieurs aux seuils recommandés.

En effet, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande un niveau sonore moyen (LA_{eq}) dans les salles de soins inférieur à 35 dB(A), et l'*International Noise Council* INC recommande pour toute unité de soins des niveaux de bruit inférieurs à 45 dB(A) le jour, à 40 dB(A) le soir et à 30 dB(A) la nuit.

Or, même en considérant les niveaux sonores équivalents les plus faibles relevés, les recommandations sont dépassées.

Les conclusions sont similaires lorsque les résultats sont comparés aux valeurs guides américaines proposées par l'US EPA (45 dB) et l'American Academy of Pediatrics (45 dB) ; celles-ci sont systématiquement dépassées.

Enfin, les recommandations américaines du comité des standards pour les unités néonatales de soins intensifs (UNSI), sont aussi dépassées pour le niveau moyen $LA_{eq,1\text{heure}}$ (45 dB(A) dans les chambres et le niveau maximum LA_{max} (65 dB(A) dans les chambres).

Par ailleurs, un fabricant d'incubateurs annonce sur la fiche technique de son équipement l'émission d'un bruit inférieur à 47 dB(A). Cette valeur maximale de fonctionnement n'a pas été confirmée et dépasse déjà les valeurs recommandées par l'OMS.

➤ Comparaison des résultats obtenus avec les valeurs de références internationales proposées pour les périodes de jour et de nuit

Les données disponibles, sur les périodes dites de « jour », montrent que les $LA_{eq,jour}$ mesurés dans les chambres sont compris entre 55,8 dB(A) et 66 dB(A) (respectivement Hôpital Delafontaine, chambre simple et hôpital Delafontaine, chambre triple) .

Dans les incubateurs, les LA_{eq} sont compris entre 52,2 dB(A) et 71 dB(A) respectivement (Hôpital Antoine Béclère et CHIC).

Sur les périodes dites « de nuit », pour les chambres de l'ensemble des sites étudiés, les LA_{eq} sont compris entre 54,8 dB(A) et 65,1 dB(A) (respectivement CHIC et hôpital Delafontaine, chambre triple) et pour les incubateurs, entre 50,1 dB(A) et 69,6 dB(A) (respectivement hôpital Victor Dupouy et CHIC).

Les données de l'ensemble des sites étudiés dépassent largement les valeurs de références édictées par l'OMS et l'INC pour les périodes de jour et de nuit.

6.2. Comparaison entre les niveaux sonores dans la chambre et l'incubateur

La figure 10 présente les niveaux sonores équivalents en dB(A) pour toute la période d'étude (24h) dans les chambres et les incubateurs pour chaque site.

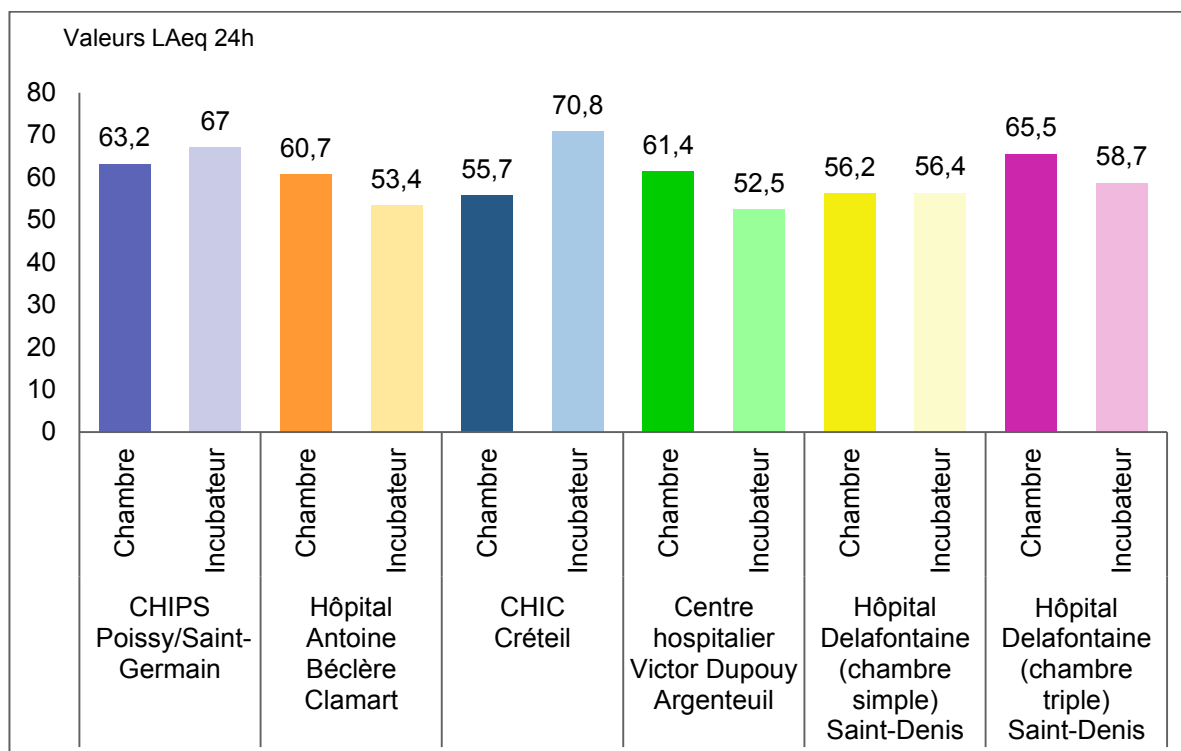


Figure 10 : Niveaux sonores équivalents sur l'ensemble de la période d'étude dans les chambres et dans les incubateurs pour chacun des sites étudiés

Cette étude multi-sites montre une hétérogénéité des résultats s'agissant des différences de niveau sonore entre les chambres et les incubateurs en fonction des services étudiés.

Cas de Créteil et Poissy :

La figure 11 représente le niveau sonore en dB(A) dans la chambre comparé au niveau sonore dans l'incubateur sur la période de mesure pour le CHIC à Créteil.

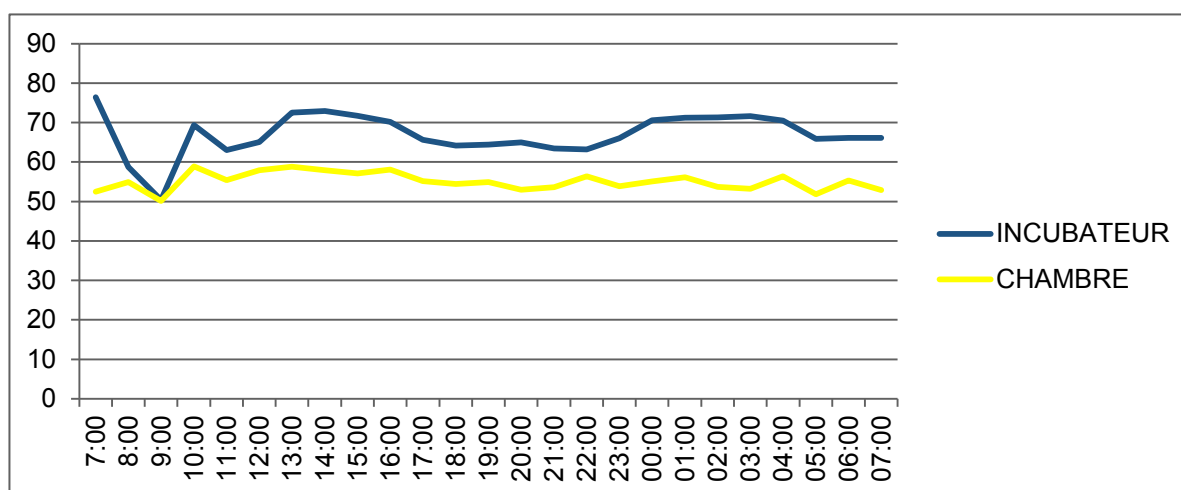


Figure 11 : Exemple de l'évolution du niveau sonore moyen dans une chambre et dans un incubateur au CHIC à Créteil (Annexe 3)

Les sites de Poissy (annexe 1) et Créteil (annexe 3) présentent des niveaux sonores au sein des incubateurs supérieurs à ceux enregistrés dans les chambres. Sur 24 heures, les niveaux sonores équivalents sont de 63,2 et 55,7 dB(A) dans les chambres et de 67 et 70,8 dB(A) dans les incubateurs respectivement au CHIPS et au CHIC.

Cas de Clamart et Argenteuil :

À *contrario*, pour les sites de Clamart (annexe 2) et d'Argenteuil (annexe 4), les valeurs mesurées dans les chambres (LAeq,total respectif de 60,7 dB(A) et 61,4 dB(A)) sont supérieures à celles relevées dans les incubateurs (LAeq,total respectif de 53,4 dB(A) et 52,5 dB(A)).

Il est à préciser que la couveuse étudiée sur le site de Clamart (Annexe 2) était recouverte d'une couverture afin d'assurer une protection contre le bruit.

Cas de Saint-Denis :

Dans le centre hospitalier de Saint-Denis (annexe 5), des mesures ont été réalisées dans 2 chambres du service de réanimation néonatale et néonatalogie de l'hôpital Delafontaine : une chambre simple et une chambre triple (occupée par 2 nouveau-nés seulement). Dans la chambre simple, le niveau sonore équivalent dans la chambre était similaire à celui de l'incubateur, mais dans la chambre triple, le niveau sonore ambiant était supérieur dans la chambre à celui mesuré dans l'incubateur retenu.

Aussi, le niveau sonore dans l'incubateur de la chambre triple (LAeq : 58,7 dB(A)) est sensiblement supérieur à celui dans l'incubateur de la chambre simple (LAeq : 56,4 dB(A)) mais l'écart des niveaux sonores ambiants entre les deux chambres (LAeq chambre simple : 56,2 dB(A) ; LAeq chambre triple : 65,5 dB(A)) est beaucoup plus important.

À noter que les incubateurs (chambre simple et triple) étaient associés à un respirateur. Or le respirateur d'un des incubateurs de la chambre triple était particulièrement bruyant car présentant un bruit parasite, ce qui pourrait être une explication de ces différences de valeurs.

6.3. Comparaison entre les valeurs diurnes et nocturnes

Les niveaux de bruit sont fortement liés aux matériels fonctionnant dans les chambres et à l'activité due aux besoins des nouveau-nés. Les écarts mesurés entre les périodes de jour et les périodes de nuit apparaissent donc peu contrastés, il est noté dans les annexes :

- au CHIPS à Poissy (annexe 1), l'impact sonore des activités du personnel (passage des infirmières, activités de soins) ou les urgences médicales, est indépendant du cycle jour/nuit du service,
- au centre hospitalier Antoine Béclère à Clamart (annexe 2), si l'activité globale du service peut paraître plus calme pendant la période nocturne (diminution des visites, pas de passage du service d'entretien...), le fonctionnement permanent des alarmes dites « d'attention » maintient un niveau de bruit ambiant constant dans le service,
- au CHIC à Créteil (annexe 3), le niveau sonore mesuré en moyenne sur 1h ne présente pas de différence notable entre les phases diurne et nocturne,
- au centre hospitalier Victor Dupouy à Argenteuil (annexe 4), les différences de niveaux sonores relevés entre les périodes diurne et nocturne sont d'environ 1 dB(A) que ce soit pour les chambres et les incubateurs,
- au centre hospitalier Delafontaine à Saint-Denis (annexe 5), les niveaux sonores moyens observés pendant la période nocturne sont globalement inférieurs aux valeurs diurnes pour chaque chambre et chacun des incubateurs.

6.4. Comparaison des niveaux sonores en fonction du nombre de nouveau-nés présents dans la chambre

Le taux d'occupation des chambres a été pris en considération pour évaluer l'influence de ce facteur sur le niveau sonore.

Toutes les chambres pouvant accueillir deux nouveau-nés étaient occupées par deux nouveau-nés au moment de l'étude.

Dans la maternité de Saint-Denis (annexe 5), seuls 2 incubateurs étaient occupés dans la chambre triple au cours de la prise de mesure, celle-ci est donc assimilée à une chambre double.

Par ailleurs, le respirateur associé à l'un des incubateurs présents dans la chambre triple était particulièrement plus bruyant que la normale, introduisant un biais à prendre en considération lors de l'analyse des résultats.

Mesures acoustiques dans la chambre						
Occupation	2 nouveau-nés		1 nouveau-né			
Sites	CHIPS à Poissy	Hôpital Delafontaine à St Denis	Hôpital Delafontaine à St Denis	Hôpital Antoine Béclère à Clamart	CHIC à Créteil	Hôpital Victor Dupouy à Argenteuil
LA _{eq} dB(A)	63,2	65,5	56,2	60,7	55,7	61,4
LA _{max}	88,6	77,9	82,8	85,9	58,9	89,5
LA _{min}	50,8	61,8	41,1	42,8	50,1	47,5
Mesures acoustiques dans l'incubateur						
Occupation	2 nouveau-nés		1 nouveau-né			
Sites	CHIPS à Poissy	Hôpital Delafontaine à St Denis	Hôpital Delafontaine à St Denis	Hôpital Antoine Béclère à Clamart	CHIC à Créteil	Hôpital Victor Dupouy à Argenteuil
LA _{eq} dB(A)	67	58,7	56,4	53,4	70,8	52,5
LA _{max}	86,7	83	84,3	76,7	76,4	82,8
LA _{min}	45,9	54,2	49,5	41,8	50,4	44,1

Figure 12 : Résultats obtenus en fonction de l'occupation des chambres

Sur l'ensemble des résultats disponibles, les LA_{eq} relevés dans les chambres et dans les incubateurs sur la période totale d'étude sont supérieurs dans les chambres occupées par 2 nouveau-nés.

Ces résultats suggèrent que plus le taux d'occupation d'une chambre est élevé, plus le niveau de bruit ambiant (LA_{eq}) est important. Ces comparaisons présentent la principale limite de n'être pas réalisées au sein d'un même établissement, à l'exception des mesures faites à l'hôpital Delafontaine à Saint-Denis.

Cette augmentation du niveau de bruit ambiant peut être la conséquence de l'addition des différentes sources sonores dans la chambre.

En effet, la présence de chaque enfant supplémentaire dans la chambre implique par exemple l'utilisation d'équipements générateurs de bruit liés notamment à la présence de double appareillage, une augmentation du nombre d'interventions de l'équipe soignante ou des visites, et même une possible addition des manifestations du nouveau-né (cris, pleurs).

Pour les LA_{max} et les LA_{min}, les résultats sont comparables entre les sites et entre les chambres indépendamment du taux d'occupation.

Le nombre de nouveau-nés présents dans la chambre ne semble pas induire une augmentation des niveaux de bruits maximums (LA_{max}) et minimums (LA_{min}) mesurés dans les chambres ou dans les incubateurs.

6.5. Sources sonores les plus contributrices

La diversité des sources sonores au sein des services de réanimation néonatale et de néonatalogie crée un environnement sonore particulièrement bruyant et imprévisible, fluctuant au rythme de la vie et des urgences du service.

Globalement, dans les différentes études, plusieurs sources contributrices majeures sont apparues :

- Les alarmes

Les alarmes des multiples équipements présents dans les chambres ont été signalées comme une source de nuisance sonore importante dans tous les établissements étudiés.

Les niveaux des alarmes ont par exemple dépassé régulièrement les 75 dB(A) dans la chambre de l'unité de réanimation néonatale d'Antoine Béclère (annexe 2), ces alertes étant en plus doublées dans le service au niveau du monitoring central.

De plus, les alarmes des chambres voisines peuvent se cumuler et participer au bruit ambiant des chambres.

L'ensemble de ces alarmes peut ainsi être audible sur des durées cumulées proches de 8 heures sur les 24 heures de la période d'étude (CHIPS de Poissy, annexe 1).

Par ailleurs, en plus des alertes signalant les urgences, les appareils comme le scope (hôpital Antoine Béclère annexe 2) émettent des alarmes « d'attention ». Ces signaux sonores n'induisent pas d'intervention immédiate, mais participent à dégrader davantage le niveau sonore ambiant.

- Les équipements

En dehors des alertes sonores générées par les appareils, le bruit de fonctionnement des équipements est aussi signalé dans plusieurs établissements (hôpitaux de Poissy, Créteil et Saint-Denis, annexes 1, 3 et 5). L'incubateur est cité comme l'élément le plus bruyant, ainsi que le respirateur.

Des niveaux sonores proches de 70 dB(A) sur plusieurs heures ont par exemple été mesurés sur le site de Poissy (annexe 1) lors du déclenchement du système de circulation d'air de l'incubateur pour l'assistance respiratoire.

- Les comportements humains

Signalées par le personnel soignant et observées lors des mesures, les conversations entre le personnel médical, les déplacements, (transmissions médicales, discussions dans les chambres pendant les soins, fermeture de portes...) sont responsables d'une partie des niveaux de bruit observés.

Par exemple, lors des mesurages dans l'unité de soin du CHIC de Créteil (annexe 3) une baisse significative du niveau de bruit dans le service a été observée lors de la réunion du personnel dans une salle à l'écart.

- Les interventions

La période des soins aux nouveau-nés et les interventions sur l'incubateur génèrent aussi du bruit de manière importante.

En plus du bruit généré par les manipulations du personnel, ces opérations sont susceptibles de déclencher les alarmes (bien que certains personnels mettent à l'arrêt le système d'alarme lors de leur présence auprès de l'enfant) ou encore des émotions chez les nouveau-nés (cris, pleurs) augmentant alors le niveau de bruit.

Des interventions ponctuelles conduisant à des niveaux sonores pouvant atteindre 75 dB(A) ont ainsi été observés (Argenteuil, annexe 4) lors des soins et un niveau sonore maximal (LA_{max}) de 86,7 dB(A) a été enregistré au cours du déplacement d'un enfant dans un autre incubateur (CHIPS à Poissy, annexe 1).

- **Les autres sources**

D'autres sources de bruit divers ont aussi été rapportées par les opérateurs de l'ARS :

- visite des parents à leur enfant (annexe 3 hôpital de Créteil),
- passage du service d'entretien (hôpitaux de Poissy, Clamart et Créteil, annexes 1, 2 et 3),
- bruits de la vie quotidienne du service (exemples : sonnette de la porte d'entrée, claquement de porte, déplacement du mobilier, passage d'un chariot (hôpitaux de Poissy et Créteil, annexes 1 et 3),
- Agitation, cris et pleurs de l'enfant (hôpital Victor Dupouy, annexe 4).

Les sources sonores les plus contributrices semblent être les bruits des équipements médicaux (>70dB(A) dans la majorité des cas) : l'incubateur lui-même, le scope, le respirateur, et également les alarmes qui y sont associées pour contrôler les paramètres vitaux des nouveau-nés.

Enfin, les cris et pleurs des prématurés lors des actes de soin sont notables de même que les conversations des personnels lors des transmissions médicales notamment. Les conversations sont des sources sonores impactant le bruit d'ambiance de la chambre mais pas réellement celui des incubateurs.

Il faut également prendre en compte les utilisations de matériels bruyants : passages de chariots, d'autolaveuses, de centrale vapeur lors des phases de nettoyage... qui induisent une grande source de bruit.

6.6. Comparaison entre les sites de mesures

Le tableau suivant présente une synthèse des principaux éléments et résultats des établissements.

	CHIPS à Poissy		Hôpital Antoine Béchère à Clamart		CHIC à Créteil		Hôpital victor Dupouy à Argenteuil		Hôpital Delafontaine à Saint-Denis			
	chambre	incubateur	chambre	incubateur	chambre	incubateur	chambre	incubateur	chambre simple		Chambre triple	
Résultats arrondis sur 24h LAeq en dB(A)	63	67	61	53	56	71	61	52	56	56	65	59
Nombre d'incubateurs occupés	2		1		1		1		1		2	
Marque incubateur	Satis+ Medipréma		Caleo Dräger		Healthcare General electric		non renseigné		Caleo Dräger		Caleo Dräger	
Alarmes centralisées	non		alarmes scopes centralisées		non		non		alarmes scopes centralisées		alarmes scopes centralisées	
Dipositif acoustique Oreille sonométrique lumineuse	non		oui		oui		non		non		non	

Figure 13 : Comparaison générale

Comme abordé dans les limites de l'étude, la comparaison des établissements et des équipements entre eux ne peut être rigoureuse.

Les niveaux sonores à l'intérieur de l'incubateur au CHIPS et au CHIC sont particulièrement élevés en rapport avec les autres établissements ce qui s'explique certainement par le fonctionnement presque permanent de l'assistance respiratoire.

Les niveaux sonores ambiants les moins élevés dans les chambres sont repérés à l'hôpital Delafontaine (annexe 5) au niveau de la chambre simple et à l'hôpital Antoine Béchère (annexe 2) (un seul incubateur occupé pour ces deux chambres étudiées). Les points communs de ces deux établissements sont :

- l'utilisation d'incubateur de marque identique,
- la centralisation des alarmes des scopes,
- une sensibilisation sur site sur le bruit (oreille sonométrique ou panneau d'information).

Il faut préciser que la centralisation des alarmes des scopes ne conduit pas forcément à supprimer les alarmes de la chambre notamment pour l'hôpital Antoine Béchère à Clamart.

6.7. Comparaison des résultats de l'étude francilienne avec les autres études françaises

Le tableau suivant fait apparaître les niveaux sonores relevés dans différentes études acoustiques effectuées dans des services de réanimation néonatale et de néonatalogie de centres hospitaliers à l'échelle nationale.

Établissements	Date des Mesures	Résultats des mesures sur une période de 24h minimum Niveau équivalent Leq pondéré A en dB(A)	
		Incubateur	Extérieur, chambre, box
Hôpital Delafontaine, Saint-Denis	Septembre 2016	56 à 59	56 à 65
CHIC, Créteil	Mai 2016	71	56
Hôpital Antoine Béclère, Clamart	Juin 2016	53	61
Hôpital Victor Dupouy, Argenteuil	Juin 2016	52	61
CHIPS, Poissy	Avril 2016	67	63
Hôpital Saint Gâtien de Clocheville CHRU, Tours	Janvier, février 2014	66	61
CHU de Limoges	Septembre 2011	70	58
Centre hospitalier de Châteauroux	Mai, juin 2011	67 à 70	61
Centre hospitalier régional d'Orléans	Avril 2011	61 à 64	60
<i>Valeurs guides OMS Niveau équivalent Leq pondéré A en dB(A) - 1999</i>			30 à 40
<i>Valeurs guides américaines Leq pondéré A en dB(A) - 2012</i>			< 45

Figure 14 : Comparaison des résultats des études disponibles des ARS

Ce tableau permet de confirmer le dépassement des recommandations de l'OMS et des valeurs guides américaines quel que soit le centre hospitalier étudié.

Il semblerait que les mesures les plus anciennes mettent en évidence des niveaux sonores plus élevés dans les incubateurs alors qu'en extérieur, les niveaux sonores semblent similaires aux mesures plus récentes.

Pour les mesures dans les incubateurs, aucune conclusion objective ne peut être établie sans plus de compléments (marques d'incubateurs, date de fabrication, durée de vie d'un incubateur...). Une des hypothèses qui mérite d'être formulée est que le matériel pourrait être plus récent dans les établissements dont les mesures sont moins anciennes et une amélioration des propriétés acoustiques des incubateurs et des équipements est alors attendue, ce qui pourrait expliquer ces résultats. Toutefois, cette hypothèse n'a pu être vérifiée.

7. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

7.1. Recommandations pour l'environnement sonore

Dans son avis du 10 décembre 2014, le Conseil National du Bruit (CNB) a formulé des propositions visant à améliorer l'environnement sonore des services de néonatalogie (2) reprises ci-après ; le rapport complète chacune d'entre elles à partir des derniers éléments bibliographiques disponibles et des constats tirés des campagnes sonométriques franciliennes.

7.1.1. Recommandations relatives à la gouvernance des établissements de santé

L'objectif de ces recommandations est d'inciter les établissements de santé (hôpitaux publics et privés) à s'engager dans une démarche globale de réduction du bruit (2). Différents relais permettant d'initier cette démarche sont identifiés : la Fédération hospitalière de France, l'Assistance Publique Hôpitaux de Paris (AP-HP), les Agences régionales de Santé (ARS), la Haute Autorité de Santé (HAS), le Ministère de la santé, ... (Proposition n°1 du CNB).

Il est préconisé que dans chaque établissement, une équipe pluridisciplinaire (médicale, technique et administrative) soit mise en place (2) (4). Elle aura l'opportunité de définir un plan de prévention et de réduction du bruit qui pourra s'inscrire dans le plan relevant du développement durable (Proposition n°2 du CNB).

S'agissant des ARS, un levier d'action possible est l'inscription de la thématique bruit dans le contrat pluriannuel d'objectifs et de moyens (CPOM) établi entre chaque établissement de santé et l'ARS (2) (4). (Proposition n°3 du CNB).

Les recommandations relatives à la gouvernance des établissements de santé préconisent l'engagement dans une démarche globale de réduction du bruit. Il est difficile de mesurer l'impact de ces recommandations. En effet, leurs effets sont indirects : ce sont les actions qui seront mises en place par cette gouvernance qui auront un effet sur l'environnement sonore.

7.1.2. Recommandations relatives à l'aménagement des locaux

Dès lors qu'un projet de création, modification, ou extension d'un service est envisagé, il est recommandé que la composante bruit soit inscrite dans le marché de maîtrise d'œuvre passé par le maître d'ouvrage avec le maître d'œuvre (2) (4). Le respect des seuils acoustiques fixés par l'arrêté du 25 avril 2003 relatif (21) à la limitation du bruit dans les établissements de santé doit alors être pris en considération (Proposition n°1 du CNB).

Il est préconisé que lors de la réalisation d'une opération d'amélioration acoustique, un bureau d'études acoustiques soit missionné à la demande de la maîtrise d'ouvrage (2) (4) (5). Ce bureau d'étude pourrait définir précisément la nature des matériaux et des ouvrages qui permettent de garantir les objectifs fixés en termes de résultats. Idéalement, l'acousticien, en lien avec le maître d'œuvre, suivrait les travaux jusqu'à leur achèvement. En effet, le succès de l'opération repose sur la qualité et le soin de la mise en œuvre des recommandations du bureau d'études. L'étude acoustique devrait intégrer les éléments suivants (2) (Proposition n°2 du CNB) :

- une évaluation de l'état du bâtiment (en regard des objectifs des dispositions réglementaires)
- ;

- la réalisation d'une cartographie et d'une caractérisation acoustique de tous les équipements et sources sonores ;
- la synthèse des résultats et la définition des objectifs à atteindre (selon les exigences réglementaires, les possibilités du bâtiment et les budgets alloués) ;
- l'organisation et le phasage des interventions.

Des recommandations pratiques relatives à l'aménagement des locaux ont été mises en avant par le CNB et dans certaines études (2) (4) (5) (3) (28) :

- prise en compte, de manière prioritaire, des caractéristiques acoustiques des nouveaux matériaux dans l'aménagement des box et du service ;
- priorisation des revêtements absorbants dans le but de limiter le temps de réverbération des locaux (objectif : inférieur à une seconde) ;
- choix de revêtements de sol qui permettent un déplacement silencieux et adapté des équipements, des personnels et des visiteurs (Proposition n°3 du CNB) ;
- installation de dispositifs destinés à éviter le claquement des portes (proposition n°3 du CNB) ;
- réduction des bruits de choc du matériel mobile contre les murs grâce à des protections adéquates (sur les matériels et/ou sur les murs) (Proposition n°3 du CNB) ;
- vérification du respect des valeurs réglementaires relatives au bruit des équipements de ventilation et de climatisation et à la durée de réverbération des locaux (Proposition n°3 du CNB) ;
- installation de cloisons et/ou d'écrans acoustiques mobiles dans les espaces dédiés aux incubateurs et aux équipements d'assistance respiratoire, dans les chambres multiples et dans les unités hors soins intensifs (Proposition n°3 du CNB) ;
- tamisage des lumières, notamment la nuit, pour inciter les individus à parler à voix basse (effet bénéfique de cette recommandation observé par Philbin et Gray (29) ;
- vérification ou mise en place d'une protection des locaux contre les bruits extérieurs au bâtiment, par un traitement des façades et/ou des protections à la source (Proposition n°3 du CNB).

L'agencement des locaux peut également être optimisé :

- déplacement voire suppression des sources sonores non indispensables telles que les sonneries de téléphone (Proposition n°3 du CNB) ;
- regroupement et isolement des équipements techniques lourds, comme le groupe de ventilation ou le groupe froid (Proposition n°3 du CNB). ;
- limitation du nombre d'enfants par pièce ;
- respect d'une surface minimale pour les espaces nécessaires aux différents équipements (incubateurs par exemple) et à la circulation de l'équipe soignante autour de ces équipements (Proposition n°3 du CNB).

Des exemples de mise en œuvre de ces mesures :

Des études ont été menées aux États-Unis afin d'estimer le bénéfice apporté par la mise en place de certaines des recommandations précédentes. Bien que le caractère transposable aux services de néonatalogie et réanimation néonatale français puisse poser question, les résultats méritent d'être présentés.

La société pédiatrique américaine recommande une superficie de 16 m² minimum pour une chambre individuelle et de 32 m² minimum pour les chambres doubles ; idéalement, celles-ci doivent représenter 30% d'une unité de soins.

Une étude réalisée en Floride observe une diminution de 4-6 dB (A) dans une chambre de néonatalogie rénovée comparativement à une chambre non rénovée du même service. Les rénovations comprenaient la pose d'un sol absorbant, de panneaux muraux, de carreaux de plafond et de rideaux de confidentialité. En parallèle, l'équipe soignante a également été sensibilisée à la thématique bruit.

Une étude menée dans un service intensif de néonatalogie au Texas a analysé le niveau sonore après sensibilisation de l'équipe médicale, dans un premier temps, puis après des changements d'aménagement (tapis pour réduire le bruit, plafond absorbant de coefficient 0.9 à 1, ...) dans un second temps (29). Les résultats montrent que la diminution du niveau sonore après sensibilisation des équipes est limitée par la qualité acoustique du bâtiment. La diminution du niveau sonore est plus importante suite aux aménagements apportés. Le bruit a été perçu comme de 3 à 4 fois plus faible à la suite des changements dans les locaux.

Une étude dans l'Ohio montre une diminution du niveau sonore (LEQ de 72 à 64 dB) à la suite de modification des locaux visant à diminuer le bruit et la lumière (30). Les poubelles en métal ont été remplacées par des poubelles en plastique, des couvertures ont été posées sur les incubateurs, un tapis a été installé au centre de la crèche et du matériel acoustique absorbant (coefficient 0,75) a été installé sur 33% de la surface des murs pour un coût total de 4005 \$ pour une chambre de 6.

En France, des travaux de correction acoustique des chambres de néonatalogie de l'hôpital de Strasbourg ont été réalisés en septembre 2012 (faux-plafonds et absorbeurs muraux). Le prix des travaux s'est élevé à 9 000 € hors taxe pour 48 m² soit environ 200€/m² au sol. D'après le fabricant du matériel absorbant, les gains varient entre 6,5 et 18,3 dB(A) selon les points de mesure (31).

Au CHU de Tours, le nouveau bâtiment regroupant les services de réanimation néonatale et de néonatalogie, de soins intensifs, de soins continus dont l'unité « kangourou » et le SMUR néonatal a ouvert ses portes en janvier 2018. Une attention particulière a été portée au traitement du bruit : matériaux utilisés, maîtrise technique de la climatisation mais aussi habitudes du personnel.

Bien que certaines recommandations relatives à l'aménagement puissent être mises en œuvre rapidement et à moindre coût, la plupart des mesures nécessite un investissement important et ne peut pas être appliquée immédiatement. Toutefois, en cas de travaux, ces recommandations devront être intégrées prioritairement car la qualité sonore du bâtiment et de l'aménagement limitent l'efficacité des autres mesures, notamment comportementales. Par ailleurs, pour être appliquées, certaines recommandations nécessitent une prise en compte dès la conception.

L'agencement des locaux peut également être optimisé :

7.1.3. Recommandations relatives au matériel et appareils électromédicaux

Les matériels et appareils électromédicaux les moins bruyants et respectant la réglementation en vigueur, doivent être privilégiés, notamment dans le cadre des marchés publics (2) (4) (5) (3) (28) (30). Lors de l'achat, les propriétés acoustiques des nouveaux matériels et appareils électromédicaux entrant dans le cadre des soins prodigués aux prématurés doivent absolument être prises en compte (Proposition n°1 du CNB).

Une réflexion nationale devrait être engagée au sujet des nouveaux besoins de normalisation des dispositifs médicaux et incubateurs au sein des services de néonatalogie. Cette réflexion concerne le bruit généré par ces équipements et devrait viser l'harmonisation des exigences sur les niveaux minimaux et maximaux des alarmes sonores en s'appuyant sur les études scientifiques et cliniques (2) (Proposition n°2 du CNB).

Une stratégie globale de gestion des alarmes des appareils électromédicaux doit être mise en place. Un certain nombre de recommandations a été fait à ce sujet (2) (4) (5) (3) (28) (30) :

- diminution du volume, utilisation d'alarme visuelle ou suppression des alarmes non vitales ou de moindre sévérité (pousse-seringue, ...) (Proposition n°3 du CNB) ;
- déportation des alarmes vers une centrale externe de surveillance et vers des appareils mobiles portés par l'équipe soignante (Proposition n°3 du CNB) ;
- modification du spectre fréquentiel des alarmes, compte tenu de l'effet délétère des sons de fréquences élevées (32).

Il est également possible de limiter le bruit perçu par les nouveau-nés grâce à de légères modifications des incubateurs :

- un revêtement permettant d'amortir les bruits d'impact peut être placé sur le dessus de l'incubateur (4) ;
- la réverbération à l'intérieur de l'incubateur peut être réduite par du matériel absorbant (18) (32).

Des exemples de mises en œuvre de ces mesures :

Une diminution significative du niveau sonore mesuré à l'intérieur des incubateurs est rapportée par certaines études (diminution de 2 à 9 dB (A) selon les auteurs). Kellam et Bhatia utilisent des panneaux de mousse de Mélamine à cellules ouvertes et observent une diminution dans les fréquences 1 000 - 4 000 Hz dans un incubateur vide (33). Bellieni *et al.* installent un panneau en mousse de polyuréthane, avec un coefficient d'absorption d'environ 0,75 à 1000 Hz, au plafond de l'incubateur et rapportent une diminution de 6 dB(A) du bruit des alarmes et une disparition de l'augmentation du bruit liée à la réverbération dans l'incubateur (34). Par ailleurs, une étude menée en Floride a étudié la différence de niveau sonore à l'intérieur d'incubateurs anciens (avant 1994) et d'autres plus récents : les résultats sont significativement plus faibles dans les incubateurs les plus récents (35).

Les progrès des nouveaux appareils électromédicaux en matière d'acoustique justifient que lors de renouvellement de ceux-ci, cette problématique soit prise en compte. Dans l'attente d'une possibilité de renouvellement, certains ajustements peuvent permettre une amélioration de l'environnement sonore. Par ailleurs, une stratégie globale de gestion des alarmes doit être mise en place, compte tenu de la part significative des alarmes dans le niveau sonore global (proposition n°2 du CNB).

7.1.4. Recommandations relatives aux équipes soignantes, techniques et administratives

Les recommandations suivantes devraient être adressées aux équipes soignantes, techniques et administratives lors de campagnes de communication ou de sessions d'information visant à les sensibiliser sur l'influence des niveaux sonores sur la qualité de la prise en charge des prématurés et nouveau-nés (3).

Les services devraient être incités à mettre en place un plan d'action pour la réduction du bruit, qui pourrait s'intégrer dans une dynamique globale de soins de développement centrés sur l'enfant et sa famille comme la démarche N.I.D.C.A.P. (Neonatal Individualized Developmental Care and Assessment Program) (4) (28) (36).

Ce programme international, élaboré par le Docteur H. ALS aux États-Unis, vise l'optimisation du développement neurocomportemental des nouveau-nés prématurés en leur offrant des soins individualisés. Il consiste également à mettre en œuvre un ensemble de stratégies environnementales et comportementales permettant un développement harmonieux de l'enfant (réduction du bruit, diminution du niveau lumineux, réduction des manipulations médicales, etc.). (18).

Les principes de base et la démarche du NIDCAP :

1- Les soins doivent viser à diminuer les comportements de stress et favoriser les comportements d'autorégulation et de stabilité
2- Les soins doivent être adaptés aux capacités individuelles du système végétatif (saturation, fréquence cardiaque : fréquemment surveillés par les infirmières en néonatalogie) mais aussi du système moteur, veille-sommeil et d'interaction
3- Si un stress est lié à des soins indispensables, il est nécessaire de préparer l'enfant, de le soutenir pendant le soin et de l'aider à retrouver un équilibre après le soin
4- L'organisation des soins ne doit pas considérer uniquement le court terme (par exemple la matinée) mais doit prendre en considération l'ensemble des 24h de l'enfant afin de préserver des phases de récupération et de sommeil
5- L'environnement du service doit favoriser le développement émotionnel de l'enfant et de ses parents dans cette période très particulière de rapprochement et d'attachement
6- La prise en charge doit se focaliser aussi sur les besoins des parents en tenant compte de leurs forces et leurs difficultés (individualisation)
7- les soins doivent être réalisés, dès que possible, par les parents, co-régulateurs essentiels de leur enfant, avec un soutien adapté de la part de l'équipe

Source: H. Als, *Advance in Applied Developmental Psychology* 1992

Figure 15 : Principes de base du NIDCAP

Soins de développement : Actions à différents niveaux	
Pour le bébé :	Individualisation des soins grâce à une observation rigoureuse de son comportement avant, pendant et après les soins ainsi que de son interaction avec l'environnement.
Pour les parents :	Intégration des parents aux soins de leur bébé pour favoriser précocement une relation parent-enfant de qualité et les aider à découvrir leur potentiel soignant.
Pour les infirmières :	Sensibilisation à une nouvelle pratique de soins. Redéfinition de l'identité des infirmières néonatales (passant du praticien à l'enseignant) en vue d'adapter les soins au bébé et à sa cellule familiale.
Pour l'organisation :	Définition en équipe d'une nouvelle philosophie de soins visant à intégrer davantage les parents et à individualiser les soins au bébé. Nécessité d'une réorganisation du système en intégrant un comité de pilotage de projet.
Pour l'institution :	Sensibilisation aux bienfaits des soins de développement en vue d'obtenir un soutien financier (matériel et humain) et organisationnel (soutien hiérarchique) au nouveau projet.
Pour la santé publique :	Sensibilisation des autorités (ministère de la Santé) aux bienfaits des soins de développement afin de mettre en vigueur des politiques de santé plus ajustées.
Pour les experts :	Identification des besoins et des ressources à chaque niveau afin d'adapter la mise en place des soins de développement et de créer une cohésion dans l'arrivée de cette nouvelle philosophie de soins.

Source : association de recherche en soins infirmiers (ARSI) - 2013

Figure 16 : Démarche NIDCAP

Par ailleurs, des dispositifs de formation initiale et continue au sujet de la prévention du bruit devraient être mis en place pour les équipes soignantes, techniques et administratives (Proposition n°1 du CNB). Ces dispositifs pourraient s'appuyer sur le réseau de formation de l'Association Nationale Permanente du Personnel Hospitalier ou encore les Instituts de formation en soins infirmiers (4) (2).

Le développement, la valorisation et la mise en application de guides de bonnes pratiques destinés aux équipes soignantes, recommandées par les professionnels, notamment la Société française de néonatalogie qui regroupe les professionnels de santé de cette spécialité, devraient être encouragés (2) (proposition n°2 du CNB).

Les premières recommandations cherchent à agir sur les sources sonores couramment identifiées (18) (2) (4) (3) (28) (32) :

- limitation des conversations à voix haute (Proposition n°2 du CNB) ;
- manipulation délicate des portes des placards, poubelles et autres matériaux produisant des sons métalliques afin d'éviter les bruits d'impact (Proposition n°2 du CNB) ;
- pose d'objets sur les incubateurs à éviter ;
- fermeture, ou à défaut entrebâillement, des portes des chambres le plus souvent possible ;
- ouverture des emballages des équipements en dehors des chambres ;
- planification, autant que possible, des soins en fonction du rythme de sommeil des patients ;
- transmission des données entre équipes réalisée préférentiellement dans un local isolé. (Proposition n°2 du CNB).

La mise en place d'une période calme quotidienne au sein des services peut permettre d'améliorer l'environnement sonore (18) (4) (32). La plage horaire et le calendrier sont à définir collégalement entre les équipes soignantes (Proposition n°2 du CNB).

Une autre solution consiste à installer dans les parties communes du service de néonatalogie des afficheurs lumineux des niveaux sonores (3) (4) (28) (32) (Proposition n°2 du CNB).

Il est recommandé en outre de sensibiliser régulièrement les équipes par la réalisation et la transmission des résultats d'évaluations régulières des niveaux sonores atteints (32). L'objectif est d'éviter l'habituation et de rappeler l'utilité des recommandations appliquées. Cela permet également de s'inscrire dans une démarche d'amélioration continue.

Des exemples de mises en œuvre de ces mesures :

Une étude réalisée dans le New Jersey montre une diminution d'environ 5 dB (environ deux fois moins de bruit) dans une unité intensive de soins néonataux après sensibilisation des équipes (29). Cela est surtout visible pour les niveaux bas, les pics restant importants. Par ailleurs, les effets sont limités par la qualité de l'agencement des locaux.

Une autre étude, en Inde, démontre l'efficacité d'un programme de changement de comportement (diminution de 9,6 à 2,1 dB selon les salles) (37).

En Suède, une étude met en évidence l'efficacité d'un programme de sensibilisation de l'équipe soignante (38) : visionnage d'une vidéo d'un prématuré qui permet de visualiser l'impact du bruit sur son comportement, présentation des niveaux sonores de différentes activités puis discussion. La diminution de niveau dans les chambres après l'intervention est de presque 10 dB (valeur minimale de 35 dB contre 45 dB et valeur maximale de 79 dB contre 84 dB).

Par ailleurs, une étude réalisée dans le Delaware (États-Unis) s'est non seulement intéressée à la diminution du niveau sonore après sensibilisation des équipes mais également à la persistance de cette diminution en évaluant de nouveau le niveau sonore 14 mois après la sensibilisation (39) (40). Après sensibilisation, une diminution de 9,3 dB a été observée ; 14 mois plus tard, le niveau sonore était légèrement remonté mais le gain était toujours de 7,8 dB.

Selon l'étude de Pierre Kuhn, Strauch et Al (1993) ont étudié l'effet de l'introduction d'une période calme de 1h toutes les 8h (chuchotements, suppression de la sonnerie du téléphone, report de tout soin non urgent, ...) et ont obtenu une diminution d'environ 10 dB (A). (32)

Une étude norvégienne révèle que l'instauration d'une période de calme a une incidence bénéfique sur les paramètres physiologiques des prématurés (diminution de la pression artérielle moyenne et de la motricité des patients, amélioration de la qualité du sommeil). Pendant la période de calme,

l'équipe soignante avait pour consigne de ne pas claquer les tiroirs et poubelles, d'éviter de traîner les chaises, de réagir rapidement aux alarmes et de parler à voix basse ; la sonnerie du téléphone était désactivée (signal lumineux), les activités non vitales étaient repoussées et les lumières étaient réduites. Les conséquences du suivi de ces consignes étaient significativement positives : diminution de moitié de l'intensité du niveau sonore (- 4dB), nombre et durée des alarmes par seconde réduits de moitié, activités des prématurés réduites (calme retrouvé) (41).

En Iran, une étude observe une augmentation de la saturation en oxygène et une amélioration de la croissance des nouveau-nés suite à la mise en place de telles périodes journalières de silence (42).

À Taïwan, une étude a comparé les niveaux sonores avant et après installation d'un témoin lumineux signalant les intensités sonores supérieures à 65 dB (A) (fait maison pour environ 200 US\$). Le niveau sonore moyen n'a diminué que de 2 dB (A) mais le principal résultat est une diminution du nombre de pics sonores : 80% des mesures dans l'incubateur sont inférieures à 58 dB (A) contre 52% avant installation du signal (43). Toutefois, la persistance de cet effet à long terme mérite d'être contrôlée.

Les recommandations relatives aux équipes soignantes, techniques et administratives ne nécessitent pas d'investissement financier, ou très peu. Elles requièrent cependant une implication individuelle et collective très forte de l'ensemble du personnel. Les résultats très encourageants observés dans certaines études font de ces recommandations une priorité. Un rappel des recommandations et une évaluation du niveau sonore peuvent être réalisés régulièrement pour assurer la pérennité des améliorations.

7.1.5. Recommandations relatives aux parents

Les parents doivent être informés sur les capacités auditives de leur nouveau-né (3) (5) (2) (Proposition n°1 du CNB). Ils doivent connaître l'importance des niveaux sonores tout au long de la prise en charge et être impliqués dans la maîtrise de l'environnement sonore de leur enfant (Proposition n°2 du CNB). Par ailleurs, ils doivent être encouragés à parler directement de manière adaptée à leur enfant (environnement calme, voix douce, émotion, idéalement au cours du peau à peau) (Proposition n°3 du CNB).

Les parents doivent être sensibilisés mais ils n'ont pas d'impact majeur sur l'environnement sonore global du service de réanimation néonatale et de néonatalogie.

7.1.6. Recommandations relatives aux nouveau-nés

Il est recommandé de protéger les nouveau-nés avec une protection auditive adaptée au respect des règles d'hygiène lors de circonstances particulières comme les examens IRM ou le transport en hélicoptère par exemple. (4) (5) (2) (Proposition n°1 du CNB).

Un exemple de mise en œuvre de ces mesures :

Une étude réalisée au Texas rapporte un gain de poids et un index de développement plus élevé chez les prématurés portant des bouchons d'oreilles (44) (45).

Il n'est toutefois pas possible d'exclure un éventuel impact de cette privation neurosensorielle sur le développement de l'audition des nouveau-nés (18).

Cette recommandation s'applique lors de circonstances exceptionnelles et n'aura pas d'impact sur le niveau sonore perçu par le nouveau-né dans le cadre général.

7.1.7. Conclusion sur les recommandations

Les recommandations pour l'amélioration de l'environnement sonore des services de réanimation néonatale et de néonatalogie font globalement l'objet d'un consensus. En effet, nombre d'entre elles sont reprises dans les différentes études acoustiques.

L'efficacité des recommandations a pu être vérifiée lors d'études comparatives. En général, toutes les recommandations d'un même type sont mises en place simultanément (comportement, agencement des locaux). Aussi, il n'est pas possible d'individualiser leur efficacité respective.

Les recommandations relatives aux équipes soignantes, techniques et administratives sont les plus simples à mettre en place. Elles peuvent l'être immédiatement et sans coût supplémentaire.

Cette simplicité, couplée à une bonne efficacité, en fait la recommandation prioritaire. Cependant, leur efficacité peut être limitée par la qualité acoustique du bâtiment.

La mise en place des recommandations relatives aux matériels et appareils électromédicaux et à l'aménagement des locaux nécessite un investissement financier non négligeable. Il faudra probablement attendre une opportunité pour que celles-ci soient mises en place. Le cas échéant, ces recommandations devront être prises en compte car l'impact sonore de ces équipements peut être considérable. Elles doivent être envisagées, quand cela est possible, dès la conception de l'unité.

Les recommandations relatives à la gouvernance des établissements de santé et celles relatives à l'action nationale n'ont pas d'effet direct ; elles facilitent la mise en place des autres recommandations.

Les recommandations relatives aux parents et aux nouveau-nés ont des effets limités.

Le tableau figure 17 synthétise l'ensemble de ces recommandations.

Type de commandation	Recommandation	Niveau de responsabilité	Efficacité	Coût pour l'hôpital
Gouvernance	Inscription de la thématique bruit dans le CPOM	Direction	Indirecte	€
Gouvernance	Mise en place d'une équipe pluridisciplinaire référente "bruit"	Service	Indirecte	€
Aménagements des locaux	Appel à un bureau d'étude acoustique lors de rénovations/constructions	Direction	+++	€€€
Aménagements des locaux	Adaptation de l'aménagement (revêtement absorbants, dispositifs anticlaquement de portes, réduction des chocs du matériel, mobile..)	Direction	+++	€€€
Aménagement des locaux	Optimisation de l'agencement des locaux (déplacement des sources sonores non indispensables, limitation du nombre d'enfants par pièce, isolements des équipements lourds,...)	Direction	++	€€
Matériel et appareils électromédicaux	Stratégie globale des alarmes	Direction	supposée ++	€€
Matériel et appareils électromédicaux	Choix/adaptation des incubateurs	Direction	++	€€
Equipes soignantes, techniques et administratives	Modification du comportement individuel (limitation des conversations à voix haute, manipulation délicate des portes)	Individu	++	€
Equipes soignantes, techniques et administratives	Mise en place d'une période calme quotidienne	Service et direction	++	€
Equipes soignantes, techniques et administratives	Sensibilisation régulière	Service	++	€
Equipes soignantes, techniques et administratives	Installation d'un afficheur lumineux du niveau sonore	Direction	++	€
Parents	Information des parents	Service	+	€
Nouveaux nés	Protection auditive adaptée lors de circonstances particulières (IRM, hélicoptère)	Individu	ponctuelle	€
National	Normalisation des dispositifs médicaux intégrant la problématique bruit	National	indirectement	-
National	Formation initiale et continue des équipes incluant la prévention du bruit	National	indirectement	-
National	Développement et valorisation de guides de bonnes pratiques	National	indirectement	-

Figure 17 : Tableau synthétique des recommandations

7.2. Actions proposées par l'ARS Ile-de-France

7.2.1. Développer des outils de sensibilisation dans les établissements de santé

Au regard des résultats de cette étude et des discussions engagées avec des professionnels de santé de services de réanimation néonatale et néonatalogie, il paraît opportun de proposer des supports de communication. Ces outils visent à sensibiliser les équipes techniques, administratives et médicales, ainsi que les familles à la réduction des nuisances sonores et à leur impact sanitaire sur le nouveau-né mais également sur l'ensemble des personnes.

➤ Analyse de l'existant

De nombreux supports de communication sur le bruit en général (musique amplifiée, bruits de voisinage, bruits de circulation...) sont disponibles mais très peu concernent les établissements de santé et les services de réanimation néonatale et de néonatalogie. Plus récemment, certaines ARS ont publié les résultats de leurs études sonométriques dans de tels services.

Aussi, il semble pertinent de proposer des supports de communication visant à promouvoir les recommandations permettant une amélioration de l'environnement sonore des services hospitaliers d'Ile-de-France.

➤ Expression des besoins

Afin de répondre aux besoins spécifiques, deux supports de communication sont envisagés :

- une affiche grand public
- et un dépliant pour l'équipe soignante.

● Affiche grand public

Problématique

Lors de l'étude acoustique, les équipes de l'Agence régionale de santé ont noté que très peu de services disposaient d'informations au sein des unités pour prévenir de la sensibilité au bruit des nouveau-nés et de la nécessité d'en engendrer le moins possible. Il paraît donc opportun qu'un tel rappel soit prodigué à toute personne entrant dans le service.

Cible

La cible se veut très large puisque l'objectif est d'informer toutes les personnes pénétrant dans le service de néonatalogie. Il peut s'agir de l'équipe soignante du service, de soignants d'autres services (masseurs-kinésithérapeutes par exemple), d'une équipe technique (maintenance des appareils, entretien, travaux), d'une équipe administrative, de visiteurs, de parents, ... Aussi, l'affiche serait idéalement placée aux différentes entrées du service.

Message

Le message doit être simple, très général et accessible à tous : il faut faire le moins de bruit possible pour le bien être des nouveau-nés prématurés.

Visuel proposé en format A3 (figure 18) :



Figure 18 : Projet d'affiche

Diffusion

La diffusion pourrait être faite auprès des maternités de type III au regard de la vulnérabilité des nouveau-nés accueillis ou à l'ensemble des maternités franciliennes. Pour mémoire, l'Île-de-France dispose de 15 maternités de type III, 17 maternités de type IIB, 28 maternités de type IIA et 33 maternités de type I, soit un total de 93 maternités.

À *minima* 2 affiches par maternité de type III, soit 30 affiches.

À *maxima* 2 affiches par maternité francilienne, soit 186 affiches.

Au-delà des formats papier, une version électronique sera adressée aux établissements.

- **Dépliant pour l'équipe soignante**

Problématique

Ce rapport montre que de nombreuses recommandations concernent directement (comportement) ou indirectement (matériel et locaux) l'équipe soignante des services de réanimation néonatale et de néonatalogie. Aussi, il convient de diffuser ces recommandations auprès de ce public. Le dépliant paraît un support privilégié pour ce type de communication, d'après certains professionnels contactés dans le cadre de cette étude, car la communication dématérialisée n'est pas encore généralisée dans l'ensemble des unités.

Cible

L'équipe soignante du service de réanimation néonatale et de néonatalogie est la cible principale de ce support de communication. Toutefois, les recommandations présentées sont applicables à l'ensemble du personnel amené à agir dans l'enceinte du service.

Message

Le message est axé sur les recommandations. Il s'agit de présenter les points d'attention permettant d'améliorer l'environnement sonore des services de néonatalogie. Le dépliant doit aussi être l'occasion de rappeler les principaux résultats de l'étude et les risques sanitaires.

Visuel proposé décliné selon la charte graphique de l'affiche (figure 19) :

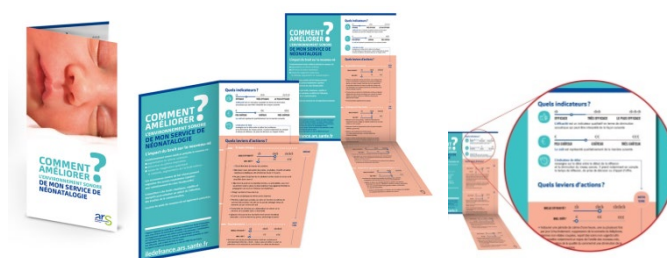


Figure 19 : Projet de dépliant

Diffusion

À *minima* 100 dépliant par maternité de type III, soit 1500 dépliant.

À *maxima* 100 dépliant par maternité francilienne, soit 9300 dépliant. Un envoi au prorata de la taille de la maternité est envisageable.

Au-delà des formats papier, une version électronique sera adressée aux établissements.

7.2.2. Promouvoir les actions d'amélioration de l'environnement sonore des services de réanimation néonatale et de néonatalogie dans le Plan Régional Santé Environnement

Le troisième Plan National Santé Environnement (PNSE 3), adopté en novembre 2014 pour la période 2015-2019, a pour objectif de réduire les impacts de l'environnement sur la santé afin de permettre à chacun de vivre dans un environnement favorable, dans la continuité des deux précédents PNSE. La réduction des risques auditifs est l'un des grands enjeux de santé publique de ce plan.

Afin de prendre en considération les enjeux territoriaux, ce plan est décliné au niveau régional en Plan Régional Santé Environnement (PRSE). Le troisième Plan Régional Santé Environnement (PRSE 3) d'Ile-de-France a été approuvé en octobre 2017. Co-piloté par l'Agence régionale de santé et la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie d'Ile-de-France (DRIEE), le PRSE 3 décline, sur la période 2017-2021, les actions du PNSE 3 jugées pertinentes en Ile-de-France, tout en veillant à prendre en compte les problématiques locales. Il place au cœur de ses priorités la réduction des inégalités sociales et environnementales de santé et la maîtrise des risques émergents.

Le PRSE 3 comprend dix-huit actions regroupées autour de 4 axes transversaux :

- Axe 1 : préparer l'environnement de demain pour une bonne santé,
- Axe 2 : surveiller et gérer les expositions liées aux activités humaines et leurs conséquences sur la santé,
- Axe 3 : travailler à l'identification et à la réduction des inégalités sociales et environnementales de santé,
- Axe 4 : protéger et accompagner les populations vulnérables.

L'ARS a proposé d'inscrire dans l'axe 4 la réduction des nuisances sonores et la prévention des effets sanitaires associés chez les nouveau-nés prématurés.

Axe 4 : Protéger et accompagner les populations vulnérables

Fiche action 4.1 : Réduire les risques environnementaux chez la femme enceinte et le jeune enfant

Sous-action 2 : agir dans les services de réanimation néonatale et de néonatalogie pour améliorer la qualité de l'environnement sonore des nouveau-nés prématurés en milieu hospitalier.

Les actions proposées sont les suivantes :

- élaboration d'outils de communication,
- montage d'actions de sensibilisation des équipes professionnelles et du public,
- mise en œuvre de mesures de réduction de l'environnement sonore dans les services de réanimation néonatale.

Ces actions seront engagées en partenariat avec les professionnels des hôpitaux, les réseaux de périnatalité et les centres spécialisés sur le bruit, comme le centre d'information et de documentation sur le bruit (CIDB). Une évaluation des actions engagées et de leur efficacité est prévue à échéance du PRSE 3.

8. CONCLUSION

Les mesures réalisées dans cinq services de réanimation néonatale et de néonatalogie d'Ile-de-France ont mis en évidence des dépassements, dont certains majeurs, des valeurs de référence disponibles, au niveau des incubateurs et dans les chambres.

Ces nuisances sonores peuvent avoir des conséquences sanitaires sur les nouveau-nés prématurés particulièrement vulnérables. Elles peuvent également conduire à des situations de stress et de souffrance pour les parents et les professionnels de santé en interférant notamment dans la transmission de la parole.

C'est pourquoi, l'ARS Ile-de-France s'engage auprès des établissements pour déployer des actions de prévention et de santé publique visant à améliorer leur environnement sonore. Aussi, l'ARS va proposer des outils de sensibilisation des professionnels et du grand public et financer des actions de formation et de réduction des nuisances sonores dans les établissements hospitaliers. Ces actions s'intègrent notamment dans le 3^{ème} Plan Régional Santé Environnement (PRSE3), approuvé le 25 octobre 2017, dont l'un des axes porte sur l'amélioration de la qualité de l'environnement sonore des nouveau-nés prématurés en milieu hospitalier.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Conseil National du Bruit.** *Le décibel d'Or*. 16ème édition, 10 décembre 2014.
2. **CNB, Conseil National du Bruit.** *Avis de l'assemblée plénière du CNB du 10 décembre 2014 sur l'amélioration de l'environnement sonore des services de néonatalogie*. 2014.
3. **François, D. & Gibaud, M.** *Etude de l'environnement sonore du prématuré au CHU de Limoges (Agence Régionale de Santé Limousin)*. 2012.
4. **Souet, G. & Corbel, C.** *Centre Hospitalier Régional d'Orléans et Centre Hospitalier de Châteauroux - Etude relative à l'exposition au bruit au sein des services de néonatalogie (Agence Régionale de Santé Centre)*. 2012.
5. **Cuisinier, C.** *Etude de l'environnement sonore des nouveau-nés dans les services de réanimation néonatale et de néonatalogie du centre hospitalier Métropole Savoie (Agence Régionale de Santé Auvergne - Rhône-Alpes)*. 2016.
6. **ARS Auvergne-Rhône-Alpes, Délégation départementale de la Savoie.** *Etude de l'environnement sonore des nouveau-nés dans les services de réanimation néonatale et de néonatalogie du centre hospitalier Métropole Savoie*. 2016.
7. **ARS Centre, Gilles SOUET et Florence MEUNIER.** *Exposition au bruit, unités néonatalogie et réanimation pédiatrique et néonatale- Hôpital Gâtien de Clocheville, CHRU de Tours*. mai 2014.
8. *Etats généraux de la prématurité. Société française de Néonatalogie*. Octobre 2013.
9. **Périnat-ARHIF.** *PMSI 2008 des maternités d'IDF*. 2009.
10. **Vincelet, C., Lebreton, E., Crenn-Hébert, C., Menguy, C. & Daniel, A-G.** *La santé périnatale en Île-de-France : Tableau de bord d'indicateurs départementaux et régionaux en périnatalité et orthogénie. Mise à jour Mai 2016. (Observatoire Régional de Santé Île de France)*. 2016.
11. **Ile-de-France, ARS.** *rapport annuel du Système d'information Périnat-ARS-IDF-PMSI-2016*. décembre 2017.
12. **HAS, Haute Autorité de Santé.** *Grossesses à risque : orientation des femmes enceintes entre les maternités en vue de l'accouchement*. 2009.
13. **Bouland, C., Delisse, G. et De Villiers, J.2.** *Notions acoustiques et indices de gêne*. 2010.
14. **ROZEC, V.** *Bruit et santé*. 2013.
15. **Canetto, P., Guillemy, N.** *Le Bruit - Aide-mémoire juridique*. 5ème édition. s.l. : INRS, 2007. Vol. TJ 16.
16. **Casper, C. et al.** *La prise en charge neurosensorielle des nouveau-nés prématurés en néonatalogie : où en sommes-nous aujourd'hui ?*, *Contraste 2015/1 (N°41)*, p. 107-121. 2015.
17. **Castonguay, J. & Paré, L.** *Le développement du système auditif et les risques d'atteinte auditive chez le fœtus, information et éducation des parents (Département Santé Communautaire de Lanaudière)*. Avril 1988.
18. **UETMIS, Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé.** *Guide d'optimisation opérationnelle N°3 - Gestion des alarmes à l'unité néonatale du CHUSJ*. Février 2014.
19. **CNB, Conseil National du Bruit.** *Les effets sanitaires du bruit - Fiche de synthèse*. Septembre 2017.
20. **Bullinger, A. & Goubet, N.** *Le bébé prématuré, acteur de son développement. Enfance, tome 52 (N°1), page 27 à 32*. 1999.
21. **Ministère de l'intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales, Ministère de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer, Ministère de l'écologie et du développement durable & Ministère de la santé, de la famille et de.** *Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé*. 2003.

22. **Ministère du travail, des relations sociales et de la solidarité.** Article R. 4431-2 du code du travail. 2008.
23. **AAP, American Academy of Pediatrics.** Noise : a hazard for the foetus and the newborn. Committee on Environmental Health. *Pediatrics*. 1997, Vol. 100, 724-727.
24. **US Environmental Protection Agency, Office of Noise Abatement and Control.** *Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety.* 1974.
25. **White, RD., Smith, JA. & Shepley, MM.** Recommended standards for newborn ICU design, eighth edition. *J. Perinatol.* 2013, Vol. 33, S2-S16.
26. **Berglund, B., Lindwall, T. & Schwela, DH.** *World Health Organization - Guidelines for community noise.* 1999.
27. **Masoumeh Dorri Giv, Karim Ghazikhanlou Sani, Majid Alizadeh, Ali Valinejadi, Hesamedin Askari Majdabadi.** Evaluation of noise pollution level in the operating rooms of hospitals : A study in Iran. Vol. 9, 2, pp. 61-66.
28. **Lejeune, F. et al.** Sound interferes with the early tactile manual abilities of preterm infants. *Sci. Rep.* 2016, Vol. 6, 23329.
29. **Philbin, M. K. & Gray, L.** Changing levels of quiet in an Intensive Care Nursery. *J. Perinatol.* 2002, Vol. 22, 455-460.
30. **Walsh-Sukys, M., Reitenbach, A., Hudson-Barr, D. & DePompei, P.** Reducing light and sound in the neonatal intensive care unit: an evaluation of patient safety, staff satisfaction and costs. *J. Perinatol.* 2001, Vol. 21, 230-235.
31. **Occhipinti, A.** Présentation IHF - Etude de cas CH Hautepierre - Service réanimation néonatale. 2016.
32. **Kuhn, P.** Etude de la sensibilité auditive du nouveau-né grand prématuré aux stimulations sonores issues de son environnement. *Thèse - Université de Stasbourg.* 2012.
33. **Kellam, P. & Bhatia, J.** Effectiveness of an acoustical product in reducing high-frequency sound within unoccupied incubators. *J. Pediatr. Nurs.* 2009, Vol. 24, 338-343.
34. **Bellieni, C. V. et al.** Use of sound-absorbing panel to reduce noisy incubator reverberating effects. *Neonatology.* 2003, Vol. 84, 293-296.
35. **Byers, J. F., Waugh, W. R. & Lowman L. B.** Sound level exposure of high-risk infants in different environmental conditions. *Neonatal Netw.* 2003.
36. **Als, H.** Developmental care in the newborn Intensive Care Unit. *Curr. Opin. Pediatr.* 1998, Vol. 10, 138-142.
37. **Ramesh, A. et al.** Efficacy of a low cost protocol in reducing noise levels in the neonatal intensive care unit. *Indian J. Pediatr.* 2009, Vol. 76, 475-478.
38. **Elander, G & Hellström, G.** Reduction of noise levels in intensive care units for infants : evaluation of an intervention program. *Heart Lung J. Acute Crit. Care.* 1995, Vol. 24, 376-379.
39. **Johnson, A. N.** Neonatal response to control of noise inside the incubator. *Pediatr. Nurs.* 2001, Vol. 27, pp. 600-605.
40. —. Adapting the neonatal intensive care environment to decrease noise. *J. Perinat. Neonatal. Nurs.* 2003, Vol. 17, pp. 280-288; quiz 289-290.
41. **Slevin, M., Farrington, N., Duffy, G., Daly, L. & Murphy, J. F.** Altering the NICU and measuring infants' responses. *Acta Paediatr.* 2000, Vol. 89, 5, pp. 577-581.
42. **Taheri, P., Abbasi, E., Abdeyazdan, Z. & Fathizadeh, N.** The effects of a designed program on oxygen saturation and heart rate of premature infants hospitalized in neonatal intensive care unit of Al-Zahra Hospital in Isfahan in 2008-2009. *Iran J. Nurs. Midwifery Res.* 2010, Vol. 15, 2, pp. 66-70.

43. **Chang, Y-J., Pan, Y-J., Lin, Y-J., Chang, Y-Z. & Lin, C-H.** A noise-sensor light alarm reduces noise in the newborn intensive care unit. *Amer. J. Perinatol.* 2006, Vol. 23, 5, pp. 265-272.
44. **Abou Turk, C., Williams, A. L. & Lasky, R. E.** A randomized clinical trial evaluating silicone earplugs for very low birth weight newborns in intensive care. *J. Perinatol.* 2009, Vol. 29, 5, pp. 358-363.
45. **Almadhoob, A. & Ohlsson, A.** Sound reduction management in the neonatal intensive care unit for preterm or very low birth weight newborns in intensive care. *Cochrane Database of systematic Reviews.* 2015.

ANNEXE 1

(réalisée par la Délégation départementale des Yvelines)

MESURES ACOUSTIQUES DANS L'UNITE DE REANIMATION NEONATALE DU CENTRE HOSPITALIER DE POISSY/ST GERMAIN-EN-LAYE (CHIPS) À POISSY (78)

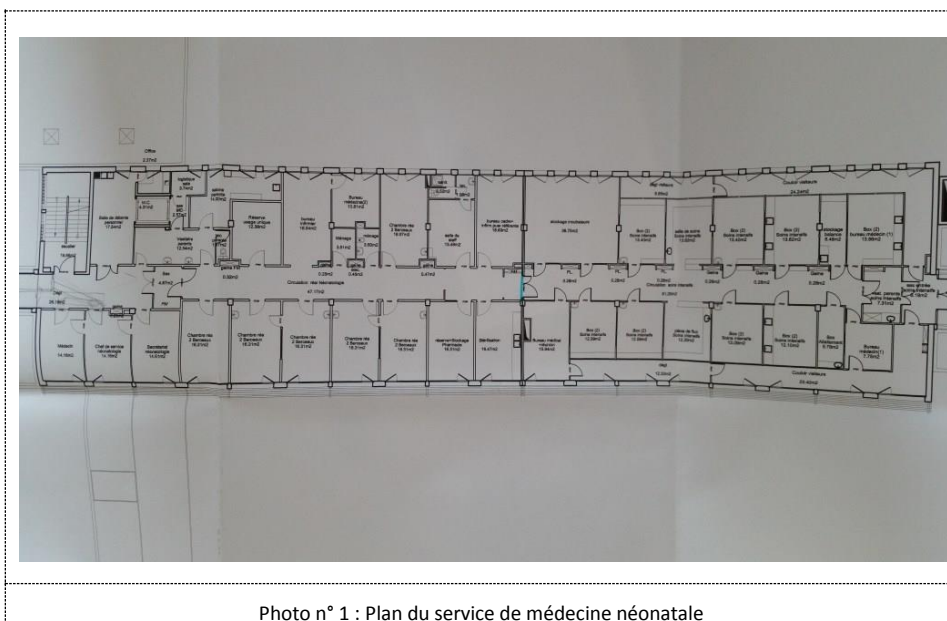
Les mesures sonométriques ont été effectuées du jeudi 21 au vendredi 22 avril 2016.

A. Service de médecine néonatale

1. Organisation

Le service de médecine néonatale du centre hospitalier intercommunal de Poissy/St Germain-en-Laye (CHIPS) se situe dans le bâtiment principal au 1^{er} étage ; il dispose de (cf. plan photo n°1) :

- une unité de réanimation néonatale de 12 lits répartis dans 6 chambres doubles) ;
- une unité de soins intensifs de 12 lits répartis dans 6 chambres doubles + 1 chambre de soins palliatifs.



Le service se compose de :

- 8 médecins,
- 60 infirmières,
- 4 agents de service d'hygiène (ASH),
- 3 internes.

Le service de médecine néonatale du CHIPS permet l'accueil en continu des parents (24h sur 24h et sept jours sur sept).

Fonctionnement général : le jour, les équipes de soins sont composées de quatre médecins, deux ou trois internes, dix infirmières, un cadre et une équipe de nettoyage.

La nuit, l'effectif est réduit à un médecin de garde, neuf infirmières et un interne.

Les échanges d'informations entre les différentes équipes dénommées « transmissions médicales » se font depuis juillet 2015 par écrit. L'équipe de jour travaille de 7h à 19h et celle de nuit de 19h à 7h.

Déroulement d'une journée type : l'alimentation du nouveau-né a lieu toutes les trois heures (mise en place de la seringue d'alimentation). Les soins sont adaptés suivant les prescriptions médicales. Le kinésithérapeute intervient vers 10h 30 tous les jours. Au besoin, les examens radiologiques sont effectués vers 7h 30. D'autres examens peuvent aussi être réalisés à la demande du médecin.

Trois agents du service d'hygiène (ASH) se répartissent le nettoyage :

- entre 7h et 14h dans chacune des chambres de l'unité de réanimation ;
- entre 9h et 16h dans la salle de décontamination ;
- entre 10h et 17h dans les chambres de l'unité de soins intensifs.

Le nettoyage des revêtements de sols (linoléum) est réalisé tous les matins par une société extérieure qui utilise une auto-laveuse bruyante.

À ces interventions, s'ajoutent les passages des parents, stagiaires... tout au long de la journée.

Il est à noter en outre :

- l'utilisation plusieurs fois par jour d'un sèche-linge bruyant, installé dans la salle de décontamination (ou salle de stérilisation),
- l'utilisation régulière, dans le couloir, de chariots plus ou moins bruyants,
- le retentissement de la sonnette de la porte d'entrée à chaque arrivée (parents, personnes extérieures...),
- le retentissement de l'alarme incendie pour un test chaque premier mercredi du mois.

Déroulement d'une nuit type : le fonctionnement de nuit est semblable à celui d'une journée sans l'intervention du kinésithérapeute, du radiologue et de l'équipe d'hygiène, sauf urgence. Les parents peuvent venir voir leur enfant. L'équipe essaie de maintenir une différence entre le jour et la nuit notamment en diminuant les soins dans la mesure du possible et la luminosité de la chambre.

2. Sensibilisation au bruit

L'équipe soignante du CHIPS a précisé, lors d'un entretien préalable, avoir déjà appréhendé la problématique du bruit à travers des observations (audits). Elle rapporte que l'ambiance globale du service (conversations médicales ou non, rires...) est difficile à maîtriser. Un groupe de travail portant sur les nuisances sensorielles a été créé depuis plusieurs années au sein du service. Les nuisances sonores y sont abordées. Les objectifs de ce groupe de travail visent à prévenir et atténuer les nuisances qui peuvent perturber le nouveau-né en favorisant « le soin développement » afin d'améliorer son confort et son bien-être. Quatre infirmières du service y participent et une formation sur les nuisances sensorielles, intégrant le bruit, leur a été dispensée. Elles animent régulièrement des formations sur ce thème pour le personnel du service.

Un diagnostic, sans mesure acoustique, a été réalisé et il apparaît que les nuisances sonores portent surtout sur les conversations à proximité des enfants.

Le personnel essaie depuis de prodiguer les soins en même temps que l'alimentation afin de réveiller moins fréquemment le nouveau-né. Il est rapporté qu'il est plus difficile de coordonner la visite du médecin avec les soins ou l'alimentation.

Enfin, lors de l'utilisation du matériel technique décrit ci-après, des dispositions sont prises afin de réduire les nuisances sonores induites par certains de ces appareils, notamment pendant les soins, certaines alarmes sont mises à l'arrêt.

3. Matériel technique

Les dispositifs médicaux nécessaires aux besoins physiologiques du nouveau-né et à la surveillance de ses paramètres vitaux, équipés d'alarmes (visuelles et/ou sonores) et installés dans la chambre double du nouveau-né choisi, sont les suivants :

- **L'incubateur** est un modèle « *Satis +* » de la marque « Medipréma ».



Photo n° 2 : Incubateur Satis +

Cet incubateur qui assure deux fonctions essentielles - régulation de la température afin de maintenir celle de l'enfant à 37°C et maintien d'un taux d'humidité suffisant pour éviter la déshydratation du nouveau-né et le dessèchement de sa peau particulièrement fragile - est muni d'une alarme qui s'active lorsque :

- la température du nouveau-né baisse (notamment lorsque la porte de l'incubateur est restée longtemps ouverte, après des soins par exemple). La température du nouveau-né est mesurée au moyen d'une sonde thermique placée sur sa peau,
- la température du nouveau-né augmente,
- le taux d'humidité de l'air intérieur de l'incubateur baisse ; l'incubateur étant muni d'un capteur qui permet le relevé en continu de ce paramètre,
- le réservoir d'eau est vide.

Par ailleurs, pour assurer une circulation d'air à l'intérieur de l'appareil, « une ventilation » (turbo-ventilateur) engendrant un bruit supplémentaire, s'actionne quand cela devient nécessaire.

Enfin, il est à noter que l'ouverture et la fermeture de l'incubateur provoquent un petit « clac » à chaque manipulation.

- **Le scope** est un moniteur « *Dash 3000/4000/5000* » de la marque « GE Medical Systems ».



Photo n° 3 : Moniteur patient Dash 3000/4000/5000
(Care System).

Le scope émet habituellement des sons liés à la fréquence cardiaque du patient. Pour les nouveau-nés, le personnel soignant désactive cette fonction afin de ne pas déranger inutilement l'enfant.

Le scope reste toutefois un appareillage bruyant car il est pourvu de trois types d'alarmes qui se déclenchent très régulièrement selon des critères de gravité :

- *alarme d'appel* : lorsque qu'une électrode se détache par exemple. Un petit « bip » discontinu est actionné,
- *alarme grave* : lorsqu'une anomalie de la fréquence cardiaque est détectée par exemple. Un « bip » continu et plus fort se déclenche,
- *alarme critique* : une sonnerie continue et plus stridente retentit en cas d'alerte très grave.

Pendant les soins, théoriquement, les infirmières coupent ces alarmes afin de ne pas apporter de nuisances supplémentaires au nouveau-né, alors qu'elles sont présentes et en mesure de surveiller l'enfant, l'écran permettant le suivi visuel.

- **Le respirateur**, est une unité de ventilation « *balilog VN500* » de la marque « Dräger » (*Infinity Acute Care System*).



Photo n° 4 : Unité de ventilation Dräger (*Infinity Acute Care System*).

Le respirateur émet des sons différents selon qu'il est utilisé comme soutien ou relais total (ventilation assistée ou ventilation artificielle). « Une soufflerie » de base fonctionne en permanence. Si le nouveau-né est pourvu d'une ventilation invasive (l'enfant est intubé et la machine respire pour l'enfant) l'air sera pulsé dans ses poumons ce qui génèrera un bruit de « souffle » supplémentaire.

- **Le pousse-seringue** est un modèle « *Pilote enteral* » de la marque « Frenesius Vial »



Photo n°5 : Pousse-seringue Pilote enteral

Le pousse-seringue est utilisé pour l'alimentation du nouveau-né avec du lait artificiel ou maternel. Les alarmes associées sont :

- celle liée à la mise en place de la seringue (permettant de vérifier son fonctionnement),
- celles qui préviennent de la fin de l'injection. Une pré-alarme à « bips réguliers » intervient en premier, suivie, dès que la seringue est complètement vide, d'une alarme à « bips plus soutenus ». Les infirmières interviennent pour retirer la seringue. La seringue se vide en 1h 30/2h.

Le pousse-seringue est aussi utilisé pour les traitements par intra-veineuses. Il y en a une par médicament. Les nouveau-nés dans le service de réanimation ont au moins 4 prescriptions médicales, 4 pousse-seringues sont donc installés au minimum.

B. Méthodologie

1. Matériel sonométrique

Les mesures acoustiques ont été réalisées à l'aide de :

- un sonomètre de classe 1 de type FUSION - marque 01 dB-ACOEM (dénommé par la suite « sonomètre 1 ») et son calibreur,
- un sonomètre de classe 1 de type FUSION - marque 01 dB-ACOEM muni de sa rallonge (dénommé par la suite « sonomètre 2 ») et son calibreur,
- une carte mémoire de 16 Go dans chacun des sonomètres.
- deux ordinateurs portables connectés aux deux sonomètres en wifi.

Les deux appareils sont restés branchés sur les prises électriques durant toutes les mesures.

Il est possible de « coder » les enregistrements directement. L'opérateur peut attribuer des codes aux évènements spécifiques qu'il veut voir apparaître.

2. Positionnement des sonomètres

Les mesures acoustiques ont été réalisées dans une chambre de l'unité de réanimation néonatale occupée par deux nouveau-nés. Il s'agit de la chambre 2 située face à la réserve (cf. plan photo n°7).

Lors de la campagne sonométrique, l'unité de réanimation comptait 12 enfants le jeudi 21 avril 2016 et 11 enfants le vendredi 22 avril 2016. 10 infirmières en journée et 9 la nuit du jeudi au vendredi étaient présentes.

- Mesure du bruit ambiant dans la chambre

La chambre était occupée par deux nouveau-nés.

Le « sonomètre 1 » a été placé dans la chambre sur un trépied, à une hauteur d'environ un mètre au-dessus du sol et de la couveuse, de manière à ne pas entraver le bon déroulement des interventions des équipes soignantes.

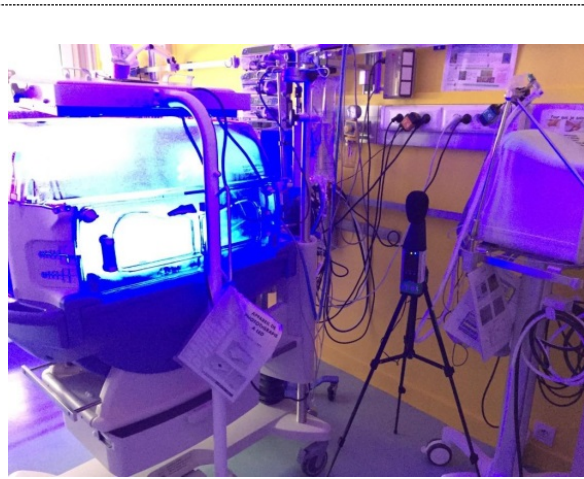


Photo n°6 : Positionnement du sonomètre 1

- Mesure du niveau sonore dans l'incubateur

Le microphone du « sonomètre 2 », après désinfection réalisée selon le protocole de l'équipe soignante, a été placé à proximité de la tête du nouveau-né dans l'incubateur à l'aide d'une rallonge (le boîtier est resté à l'extérieur).

Sur le plan ci-après sont signalés l'emplacement de la chambre où ont été placés les sonomètres ainsi que celui des opérateurs.

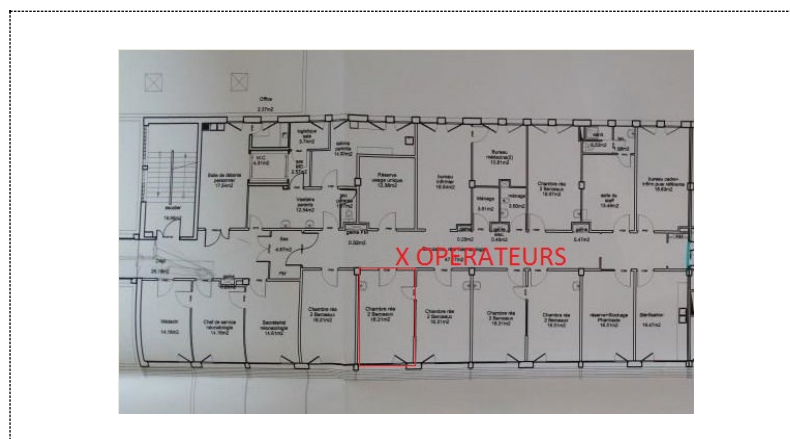


Photo n°7 : Plan du secteur de réanimation néonatale

3. Codage des mesures

Les mesures acoustiques se sont déroulées pendant 24 heures, du jeudi 21 au vendredi 22 avril 2016.

Deux sonomètres ont été placés le jeudi matin à 12h 00. Le personnel de l'établissement n'étant pas en mesure de relever les événements, en raison de sa charge de travail, deux opérateurs de l'ARS, répartis en 4 binômes, se sont relayés par tranche de 6h afin d'assurer une présence continue.

Les opérateurs se sont placés à l'extérieur de la chambre (dans le couloir à gauche de la porte à environ deux mètres du sonomètre 1 – cf. photo n°7) ; ceci a facilité la visualisation des entrées et des sorties sans perturber les enregistrements mais a complexifié le relevé des interventions à l'intérieur de la chambre. Les opérateurs ont réalisé les différents codages.

Le codage est l'opération consistant à associer la « nature » des événements mesurés à une période de l'enregistrement. Ce « marquage » des différentes périodes retenues sera utilisé lors de l'exploitation des données. Il a été décidé, préalablement aux mesures *in situ*, de définir une méthode de « codage ». Compte tenu de la diversité des sources de bruits dans le service (bruits liés aux équipements médicaux et aux interventions - présence humaine dans la chambre - etc.), celles-ci ont été regroupées de la manière suivante :

Sonomètre 1 (dans la chambre)	Sonomètre 2 (dans l'incubateur)
Code 1 : déclenchement d'alarmes dans la chambre et dans les chambres voisines (rouge sur les graphes de résultats)	Code 1 : intervention du personnel médical sur le nouveau-né dans l'incubateur (rouge sur les graphes de résultats)
Code 2 : conversations (jaune sur les graphes de résultats)	Code 2 : intervention des parents sur le nouveau-né dans l'incubateur - code non utilisé -
Code 3 : manipulations médicales (vert sur les graphes de résultats)	Code 3 : cris, pleurs, agitation du nouveau-né (bleu sur les graphes de résultats)
Code 4 : bruits divers (claquements portes, téléphone, passage chariots...) (bleu sur les graphes de résultats)	

Certains codages ont été réalisés *in situ* ; d'autres, ont été effectués manuellement au dépouillement des résultats suite aux notes manuscrites des opérateurs. Lors de l'apparition simultanée de plusieurs sources sonores et en cas de difficulté de codage, les opérateurs ont privilégié celui des alarmes.

Remarque : le code 2 du sonomètre 2 (dans l'incubateur) n'a finalement pas été utilisé car les parents du nouveau-né n'ont pas rendu visite à leur enfant pendant cette période de 24 heures de mesures.

Le bruit résiduel répertorié dans les tableaux ci-après correspond aux périodes sans codage parce que les opérateurs n'ont pas entendu de bruit particulier ou n'ont pas pu coder.

La porte de la chambre est restée ouverte pendant l'ensemble des mesures sonométriques, comme elle l'est habituellement.

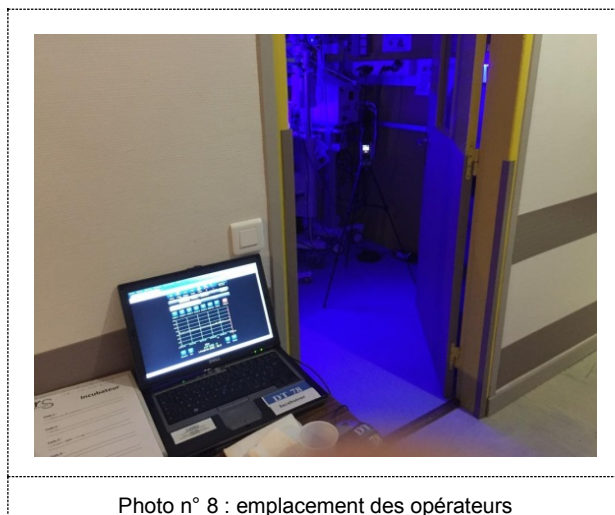


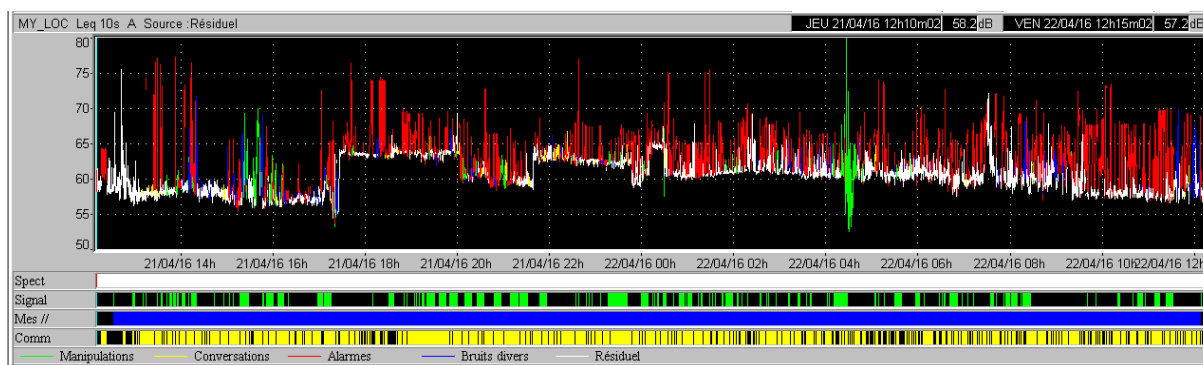
Photo n° 8 : emplacement des opérateurs

C. Résultats

1. Mesures sur 24 heures :

a. Mesures 24h dans la chambre

Chambre du jeudi 21 avril 2016 12h au vendredi 22 avril 2016 12h :

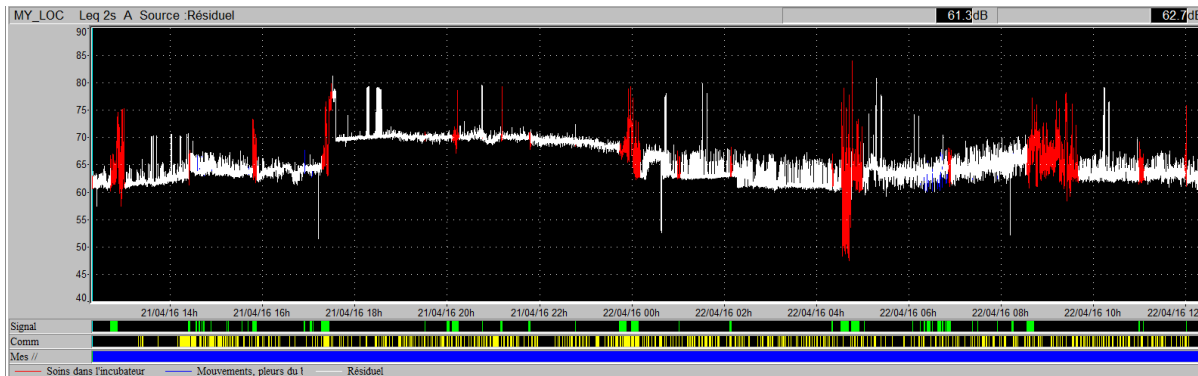


Fichier	Etude Néonat.cmg				
Lieu	MY_LOC				
Type de données	Leq				
Pondération	A				
Début	21/04/16 12:10:02				
Fin	22/04/16 12:15:07				
Source	Leq particulier dB	Leq (partiel) %	Lmin dB	Lmax dB	Durée cumulée h:min:s
Manipulations	62,3	5,7	50,8	88,6	01:40:46
Conversations	62,0	4,0	55,5	71,5	01:17:53
Alarmes	65,7	56,7	52,1	84,4	07:44:08
Bruits divers	61,5	4,0	53,8	76,3	01:26:56
Résiduel	61,0	29,6	52,9	78,7	11:55:22
Global	63,2	100,0	50,8	88,6	24:05:05

Fichier	Etude Néonat.cmg				
Début	21/04/16 12:10:02				
Fin	22/04/16 12:15:07				
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmax
MY_LOC	Leq	A	dB	63,2	88,6
MY_LOC	Crête	C	dB		108,8

b. Mesures 24h dans l'incubateur

Incubateur du jeudi 21 avril 2016 12h au vendredi 22 avril 2016 de 12h :



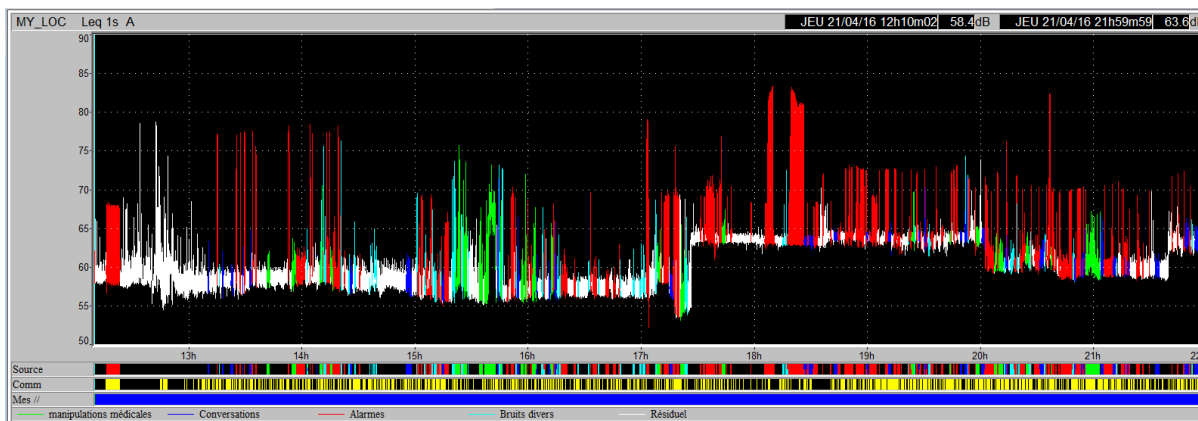
Fichier	incubateur 24h.CMG				
Lieu	MY_LOC				
Type de données	Leq				
Pondération	A				
Début	21/04/16 12:18:41				
Fin	22/04/16 12:24:07				
Source	Leq particulier dB	Leq (partiel) %	Lmin dB	Lmax dB	Durée cumulée h:min:s
Soins dans incubateur	68,1	17,6	45,9	86,7	03:13:45
Mouvements, pleurs bébé	63,9	0,6	59,4	68,3	00:16:28
Résiduel	66,8	81,8	51,2	83,4	20:35:13
Global	67,0	100,0	45,9	86,7	24:05:26

Fichier	incubateur 24h.CMG				
Début	21/04/16 12:18:41				
Fin	22/04/16 12:24:07				
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmax
MY_LOC	Leq	A	dB	67,0	86,7
MY_LOC	Crête	C	dB		121,1

2. Mesures dans la chambre :

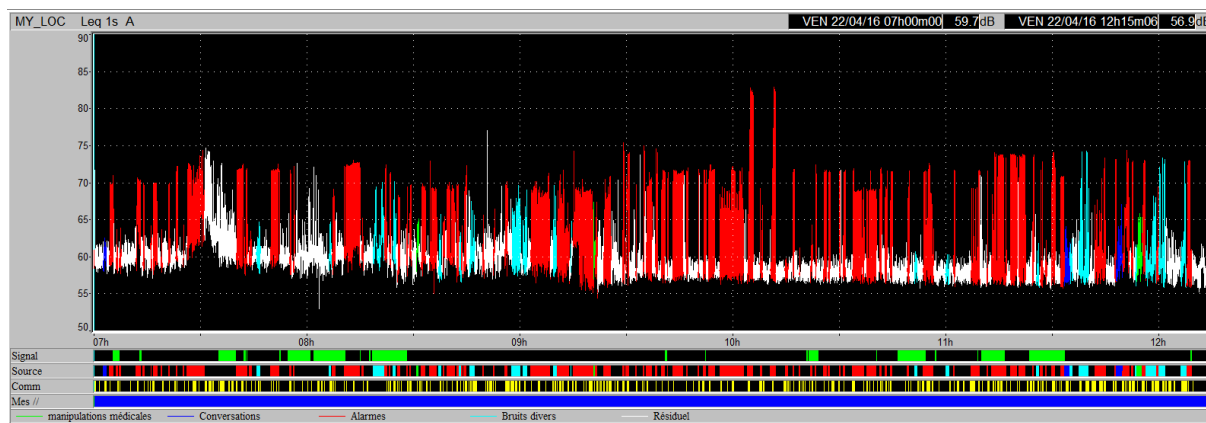
a. Mesures en période de jour

Chambre jeudi 21 avril 2016 de 12h à 22 h :



Fichier	Poissy chambre 21 avril 2016				
Lieu	MY_LOC				
Type de données	Leq				
Pondération	A				
Début	21/04/16 12:10:02				
Fin	21/04/16 22:00:00				
	Leq particulier	Leq (partiel)	Lmin	Lmax	Durée cumulée
Source	dB	%	dB	dB	h:min:s
manipulations médicales	61,9	6,8	53,0	75,7	00:53:17
Conversations	61,5	5,9	55,5	71,5	00:49:41
Alarmes	66,0	56,0	52,1	83,4	02:49:09
Bruits divers	60,7	4,1	53,8	76,3	00:41:21
Résiduel	60,7	27,3	53,2	78,7	04:36:30
Global	63,1	100,0	52,1	83,4	09:49:58

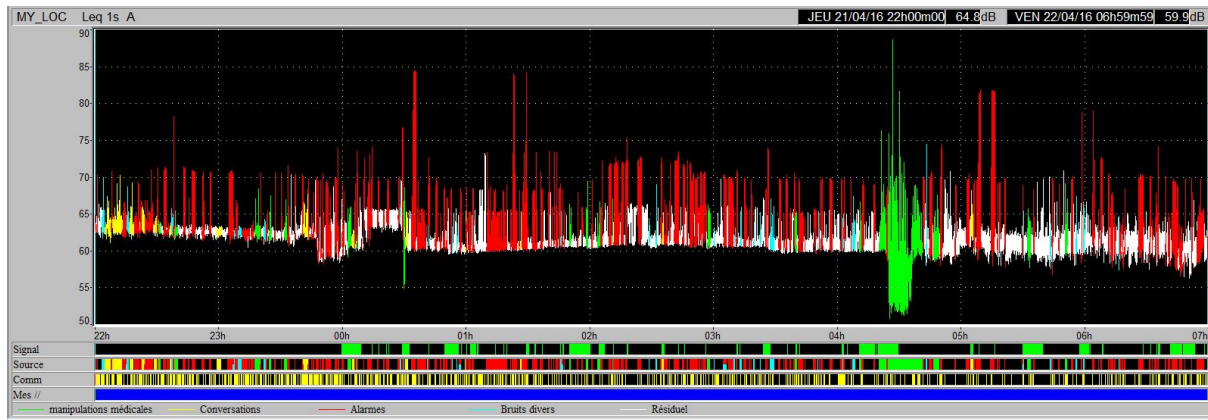
Chambre vendredi 22 avril 2016 de 7h à 12h :



Fichier	Poissy Incubateur 22 avril 2016				
Lieu	MY_LOC				
Type de données	Leq				
Pondération	A				
Début	22/04/16 07:00:00				
Fin	22/04/16 12:24:07				
	Leq particulier	Leq (partiel)	Lmin	Lmax	Durée cumulée
Source	dB	%	dB	dB	h:min:s
Soins dans l'incubateur	67,1	36,2	53,5	80,1	01:16:31
Mouvements, pleurs du bébé	64,7	0,2	62,2	67,9	00:00:49
Résiduel	64,4	63,5	51,9	79,4	04:06:47
Global	65,2	100,0	51,9	80,1	05:24:07

b. Chambre mesures période de nuit

Chambre nuit du jeudi 21 avril au vendredi 22 avril de 22h à 7h :



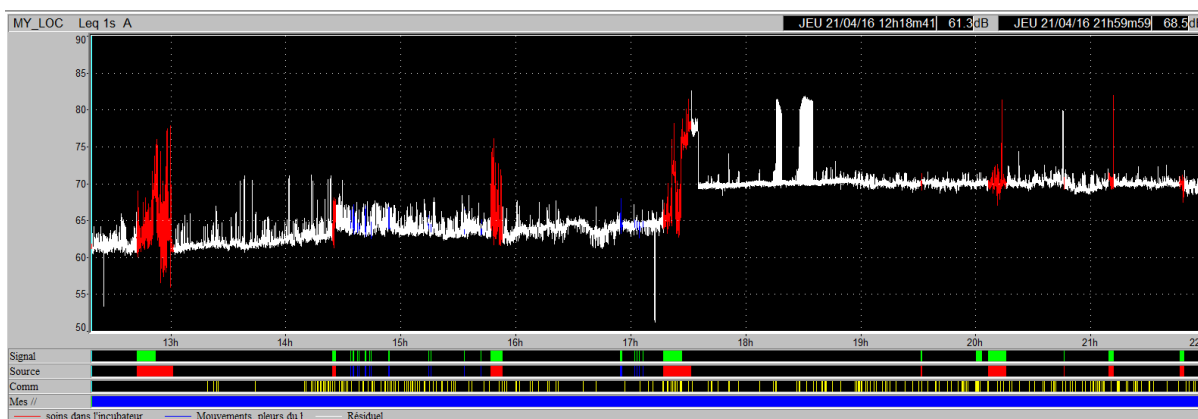
Fichier	Etude Néonat.cmg				
Lieu	MY_LOC				
Type de données	Leq				
Pondération	A				
Début	21/04/16 22:00:00				
Fin	22/04/16 07:00:00				
	Leq particulier dB	Leq (partiel) %	Lmin dB	Lmax dB	Durée cumulée h:min:s
Manipulations	62,8	7,4	50,8	88,6	00:45:13
Conversations	63,0	4,1	59,8	70,2	00:23:54
Alarmes	65,4	50,8	56,5	84,4	02:51:25
Bruits divers	62,4	2,9	57,4	74,4	00:19:29
Résiduel	61,6	34,8	56,2	73,2	04:39:59
Global	63,4	100,0	50,8	88,6	09:00:00

3. Mesures au sein de l'incubateur

Vers 4h30 dans la nuit du jeudi 21 au vendredi 22 avril 2016, le nouveau-né a été transféré dans un autre incubateur tout en restant dans la même chambre.

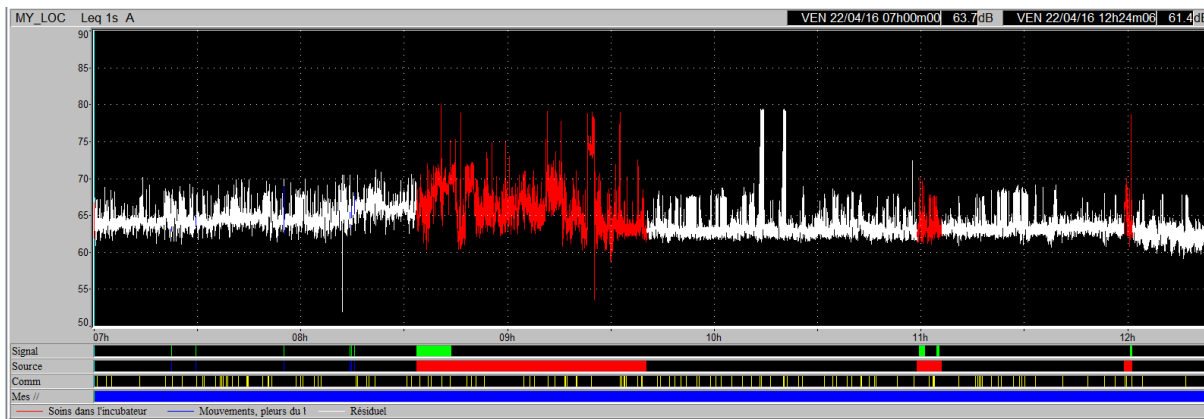
a. Mesures période de jour

Incubateur jeudi 21 avril 2016 de 12h à 22 h :



Fichier		Polssy Incubateur 21 avril 2016				
Lieu	MY_LOC					
Type de données	Leq					
Pondération	A					
Début	21/04/16 12:18:41					
Fin	21/04/16 22:00:00					
	Leq particulier	Leq (partiel)	Lmin	Lmax	Durée cumulée	
Source	dB	%	dB	dB	h:min:s	
soins dans l'incubateur	69,9	14,2	56,0	82,0	00:58:08	
Mouvements, pleurs du bébé	64,4	0,6	62,5	68,0	00:08:11	
Résiduel	68,2	85,2	51,2	82,6	08:35:00	
Global	68,4	100,0	51,2	82,6	09:41:19	

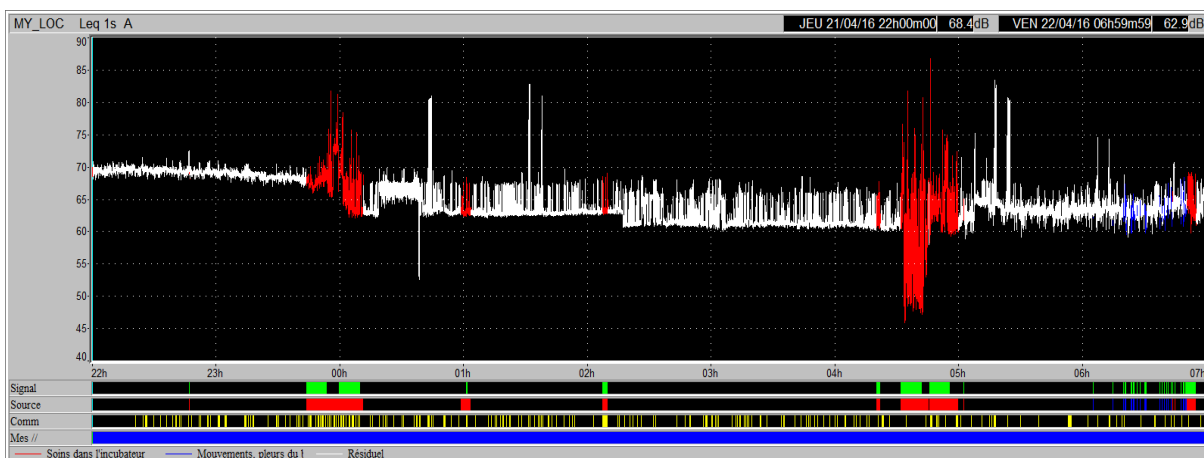
Incubateur vendredi 22 avril 2016 de 7h à 12h :



Fichier		Polissy Incubateur 22 avril 2016				
Lieu	MY_LOC					
Type de données	Leq					
Pondération	A					
Début	22/04/16 07:00:00					
Fin	22/04/16 12:24:07					
	Leq particulier	Leq (partiel)	Lmin	Lmax	Durée cumulée	
Source	dB	%	dB	dB	h:min:s	
Soins dans l'incubateur	67,1	36,2	53,5	80,1	01:16:31	
Mouvements, pleurs du bébé	64,7	0,2	62,2	67,9	00:00:49	
Résiduel	64,4	63,5	51,9	79,4	04:06:47	
Global	65,2	100,0	51,9	80,1	05:24:07	

b. Incubateur mesures période de nuit

Incubateur nuit du jeudi 21 avril 2016 au vendredi 22 avril 2016 de 22h à 7h :



Fichier	incubateur nuit.CMG				
Lieu	MY_LOC				
Type de données	Leq				
Pondération	A				
Début	21/04/16 22:00:00				
Fin	22/04/16 07:00:00				
Source	Leq particulier dB	Leq (partiel) %	Lmin dB	Lmax dB	Durée cumulée h:min:s
Soins dans incubateur	66,8	15,2	45,9	86,7	01:05:35
Mouvements, pleurs bébé	63,2	0,8	59,4	88,3	00:07:28
Résiduel	65,7	84,0	52,5	83,4	07:48:57
Global	65,9	100,0	45,9	86,7	09:00:00

4. Synthèse et analyse des résultats

a. Résultats globaux

	jour				nuit	
	jeudi chambre	jeudi incubateur	vendredi chambre	vendredi incubateur	jeudi à vendredi chambre	jeudi à vendredi incubateur
LAeq (dBA)	63,1	68,4	63,3	65,2	63,4	65,9
LAmin (dBA)	52,1	51,2	52,9	51,9	50,8	45,9
LAmx (dBA)	83,4	82,6	82,9	80,1	88,6	86,7

	sur 24 heures	
	chambre	incubateur
LAeq (dBA)	63,2	67
LAmin (dBA)	50,8	45,9
LAmx (dBA)	88,6	86,7
LCmax (dBC)	108,8	121,1

Le niveau sonore à l'intérieur de l'incubateur est supérieur au niveau sonore dans la chambre de jour comme de nuit. Il n'apparaît pas de différence significative entre la période diurne et la période nocturne.

b. Niveaux sonores des alarmes et estimation de leur durée

	Niveau sonore des alarmes dans la chambre		
	jour		nuit
	jeudi	vendredi	Jeudi à vendredi
LAeq (dBA)	66	65,7	65,4
LAmin (dBA)	52,1	54,4	56,5
LAmx (dBA)	83,4	82,9	84,4
Lcrête dB(C)			
Durée cumulée d'apparition des alarmes/ période de mesure	2h49/10h	2h04/5h15	2h51/9h

La durée cumulée d'apparition des alarmes dans la chambre du nouveau-né est proche de 8h pour 24h de mesures sonométriques, correspondant à environ 1/3 du temps. Le niveau sonore minimal correspond aux alarmes des chambres les plus éloignées, audibles par les opérateurs situés à deux mètres du sonomètre 1 de la chambre investiguée.

c. Niveaux sonores des soins et estimation de leur durée

	Niveau sonore des alarmes dans la chambre		
	jour		nuit
	jeudi	vendredi	Jeudi à vendredi
LAeq (dBA)	66	65,7	65,4
LAmin (dBA)	52,1	54,4	56,5
LAmx (dBA)	83,4	82,9	84,4
Lcrête dB(C)			
Durée cumulée d'apparition des alarmes/ période de mesure	2h49/10h	2h04/5h15	2h51/9h

Il est à noter que vers 4h 30 du matin a eu lieu une importante perturbation sonore suite à un changement d'incubateur, induisant le niveau sonore le plus élevé, LAmx à 86,7 dB(A) ; les opérateurs ont alors procédé au retrait et transfert immédiat du microphone vers le nouvel incubateur où a été placé le nouveau-né.

La durée cumulée des soins correspond à environ 3 heures sur les 24h de mesures.

d. Niveaux sonores des conversations et estimation de leur durée

Les conversations relevées pendant la campagne sonométrique correspondent essentiellement aux discussions :

- des infirmières entre elles,
- lors des visites du médecin et de son équipe,
- des parents entre eux (du bébé du deuxième incubateur dans la chambre) ou avec le personnel soignant, de la maman avec son nourrisson.

La durée cumulée d'apparition des conversations du vendredi matin, d'après les codages, est très faible et reste approximative. Elle est toutefois confirmée par les notes manuscrites des opérateurs. Pendant cette période, il n'y a pas eu d'arrivée de parent ni de médecin. Une infirmière est intervenue à plusieurs reprises et parlait à l'enfant.

Il est opportun de rappeler que les transmissions médicales entre les différentes équipes (celle du matin avec celle du soir et celle du soir avec celle du matin) ne se font plus dans la chambre, ni dans le bureau des infirmières mais sont réalisées par écrit depuis juillet 2015.

Enfin, le personnel a précisé que le service avait été particulièrement calme pendant la présence des opérateurs. L'intensité sonore et la durée des conversations qui se sont faites à voix basse ou par chuchotements, ne sont certainement pas représentatives des jours habituels (sans la présence des opérateurs).

e. Niveau sonore des « bruits divers » et estimation de leur durée

	Niveau sonore des bruits divers dans la chambre		
	jour		nuit
	jeudi	vendredi	jeudi à vendredi
LAeq (dBA)	60,7	61,7	62,4
L Amin (dBA)	53,8	55,8	57,4
L Amax (dBA)	76,3	74,2	74,4
Durée cumulée d'apparition du bruit/ période de mesure	0h50/10h	0h04/5h15	0h24/9h

Les bruits dénommés divers correspondent majoritairement aux bruits provenant de :

- claquements de porte (notamment celle de la réserve située en face de la chambre et celle de la porte d'entrée pourtant munies de ralentisseur),
- passages de chariot,

et plus accessoirement à ceux provenant de :

- déplacements de mobilier (notamment chaises),
- sonneries de téléphone dans le bureau des infirmières,
- sonnette du couloir,
- laveuse,
- mobile musical du nouveau-né de la chambre voisine,
- discussion en extérieur (dans les couloirs ou bureau des infirmières),
- passages de poubelles à roulettes,
- perceuse (dans un autre service).

À l'instar des discussions, il est possible que le niveau sonore lié à ces interventions ne soit pas représentatif d'une journée habituelle, suite à la présence des opérateurs de l'ARS.

D. Discussions des résultats

1. Comparaison avec les valeurs de références

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) précise que le niveau sonore moyen (LA_{eq}) ne doit pas dépasser les 35 dB(A) dans la chambre des patients. Ce niveau est largement dépassé puisque les niveaux sonores sont supérieurs à 63 dB(A) et 65 dB(A) respectivement dans la chambre et dans l'incubateur.

Sur 24 heures, les dépassements de la valeur de référence de l'OMS atteignent donc au minimum 28 dB(A) dans la chambre et 30 dB(A) dans l'incubateur ; considérant qu'une augmentation de 3 dB correspond à un doublement de l'énergie sonore, ces dépassements sont considérables.

Aux États-Unis, des valeurs guides sont recommandées pour les unités de soins intensifs néonataux. Les résultats sont également supérieurs à ces valeurs guides, fixées à 45 dB(A) pour le LA_{eq} et 65 dB(A) pour le L_{Amax} , dans les salles avec des nouveau-nés.

2. Comparaison dans la chambre entre le bruit dans l'incubateur et le bruit ambiant

Le niveau sonore mesuré est plus élevé à l'intérieur de l'incubateur qu'au niveau de la chambre, il tend même à couvrir les bruits provenant de l'extérieur. L'inverse pourrait être attendu partant du principe que l'incubateur servirait de coque de protection sonore vis-à-vis des bruits extérieurs.

À la lecture des graphes de résultats, différents paliers apparaissent, correspondant aux déclenchements des différentes fonctions de l'incubateur et notamment au dispositif de circulation de l'air pouvant maintenir pendant plusieurs heures un niveau moyen proche de 70 dB(A) ($L_{Aeq} = 69,7$ dB(A) de 17h30 à minuit environ). Ce niveau extrêmement élevé impacte le niveau sonométrique dans la chambre puisque le sonomètre 1 fait apparaître lui aussi un palier à 63 dB(A) à partir de 17h30 ; un second palier proche de 60 dB(A) est perceptible vers 20h dans la chambre lié à l'intervention d'une infirmière qui a certainement permis cette baisse du niveau sonore dans la chambre (mais pas dans l'incubateur), en agissant sur une fermeture au niveau des portes de l'incubateur par exemple.

Parmi les pics sonores les plus élevés en provenance des alarmes, certains sont similaires tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'incubateur alors que d'autres pics sont atténués à l'intérieur. Il est donc probable que les intensités sonores des alarmes provenant des scopes et pousse-seringues soient moins élevées à l'intérieur de l'incubateur (la coque assurant une protection à l'encontre de ces bruits) alors qu'elles ne sont pas atténuées pour les alarmes liées à l'incubateur lui-même.

3. Comparaison entre les valeurs diurnes et nocturnes

Il n'apparaît pas de différence significative entre les niveaux sonores de jour et de nuit tant pour le bruit ambiant dans la chambre que dans l'incubateur. En effet, les nuisances auditives liées aux soins, aux passages des infirmières et aux alarmes sont similaires que ce soit de nuit ou de jour.

Un changement d'incubateur a eu lieu au cours de la nuit ayant pour conséquence une chute du niveau sonore puisque le microphone du sonomètre a été retiré de l'incubateur mais induisant aussi de nombreux pics sonores liés à cette opération. Le niveau crête dépassant 120 dB(A) est d'ailleurs atteint pendant cette période.

4. Source sonore la plus contributrice

Si on exclut les bruits engendrés par l'incubateur lui-même, sur 24 heures de mesures acoustiques, les alarmes apparaissent comme la source sonore principale. Le niveau crête des alarmes a dépassé 100 dB(C) dans la chambre et, comme vu précédemment, ces pics ne sont pas forcément tous atténués à l'intérieur de l'incubateur. L'ensemble des alarmes (incubateur, scope, respirateur, pousse-seringue ainsi que celles provenant des chambres voisines), intervient sur une durée cumulée proche de 8h sur une période de 24h.

D'après le diagnostic réalisé en interne à l'établissement, les infirmières ont indiqué que les nuisances sonores provenaient essentiellement des conversations auprès des nouveau-nés. Les nuisances sonores liées aux alarmes n'ont pas été rapportées. Ces alarmes sont un outil de travail pour le personnel, qui se dirige tout au long de la journée au son de celles-ci. Ces alarmes n'apparaissent donc pas comme une source nuisible mais plutôt comme inévitable.

5. Limites des résultats

a. Incertitude liée au codage

Les différents codages attribués aux mesures acoustiques permettent uniquement de dégager des tendances. Il est en effet très complexe de coder tous les événements acoustiques en fonction de leur nature par du personnel - opérateurs de l'ARS - peu sensibilisé à ces appareils.

b. Incertitude liée au sonomètre

Chaque mesure doit être étalonnée au début et à la fin des acquisitions de données. L'étalon appelé calibreur acoustique génère un niveau de pression sonore connu et maîtrisé (habituellement 94 décibels à 1000 Hz) qui permet à l'opérateur de régler son sonomètre par comparaison.

L'usage d'un appareillage de classe 1, tel le sonomètre Fusion, permet de négliger l'incertitude lié au sonomètre lui-même. La dérive de l'horloge interne du sonomètre est inférieure à 0,5 seconde par 24 heures.

c. Incertitude liée au comportement inhabituel du personnel et du public

La présence des opérateurs de l'ARS dans le service modifie inévitablement les pratiques du personnel hospitalier et des familles. Aussi, les opérateurs ont rapporté durant la campagne sonométrique des commentaires à plusieurs reprises précisant que « *le service n'avait jamais été aussi calme...* », laissant supposer que les niveaux et durées des bruits générés par les conversations, les déplacements d'objets, les claquements de portes... n'étaient pas représentatifs d'une journée habituelle et s'en trouvaient certainement diminués.

ANNEXE 2

(réalisée par la Délégation départementale des Hauts-de-Seine)

MESURES ACOUSTIQUES DANS LE SERVICE DE NEONATOLOGIE DU CENTRE ANTOINE-BECLERE A CLAMART (92)

Les mesures sonométriques ont été effectuées du mercredi 8 juin au jeudi 9 juin 2016

A. Service de néonatalogie et réanimation néonatale

1. Organisation

Le service pédiatrie-réanimation néonatales de l'hôpital Antoine Béclère de Clamart se trouve dans le bâtiment Claude-Vinçon. Au rez-de-chaussée se trouve une partie administrative et au -1 la partie néonatalogie pour permettre un accès rapide des urgences.

Le service comprend 28 lits en chambres simples principalement ou doubles en cas de jumeaux, dans le cas d'utilisation d'appareils spécifiques jusqu'à 3 enfants peuvent être dans la même chambre si le besoin l'exige. Une salle spécifique pour les parents a été créée pour leur permettre de se reposer d'avoir accès 24H sur 24 à leur enfant.



Photo n°1 : salle de repos pour les parents

L'équipe est composée de médecins, cadres infirmiers, d'assistantes sociales, de pédiatres et d'infirmières travaillant en équipe de jour ou en équipe de nuit.

2. Matériel technique

Le matériel nécessaire aux soins des enfants prématurés, dans les chambres est très important, celui-ci est soumis à des appels d'offres pour toute l'AP-HP. Différents modèles cohabitent pour certains appareils, comme les balances de pesée, ne sont pas apportées dans les chambres quand cela est nécessaire.

Les appareils retrouvés sont les suivants :

- Incubateurs Médiprema et Incubateurs Dräger Caleo
- Tables chauffantes Médiprema « Fabie et Isis » et Dräger « Babytherm »
- Pompes entérales et parentérales Frésinius Vial
- Scopes Nihon Kodhen
- Radiomètre Tcpo2 Rad 8 Massimo
- Infant Flow simples et avancées Sebac
- Babylog 8000 Dräger
- Respirateur SLE
- Nava Maquet
- Leoni Dräger (appareil de ventilation)
- Sensor Medics Carefusion
- Aesculon Osypka Medical
- Hypothermie MedithermIII
- EZKnox air liquid
- Réchauffeurs Fisher et Paykel
- Infinity C500 Dräger
- Avea Sebac
- Les couvertures pour incubateur sont de chez Mediprema et Dräger.

Les principaux appareils sonores, dont les émissions ont été mesurées lors des 24h, sont les suivants :

Les incubateurs, où sont placés les enfants prématurés. Ils sont recouverts pas des couvertures pour incubateur permettant d'isoler l'enfant d'une partie du bruit ambiant dans la chambre et atténuer la stimulation lumineuse.

La chambre concernée par la mesure est équipée d'un incubateur de marque Caléo du constructeur Dräger permettant de réguler la température, l'humidité, l'oxygène et qui limite le bruit perçu par le nouveau-né à un niveau sonore inférieur à 47 dB(A) à l'intérieur de l'incubateur d'après le fabricant.

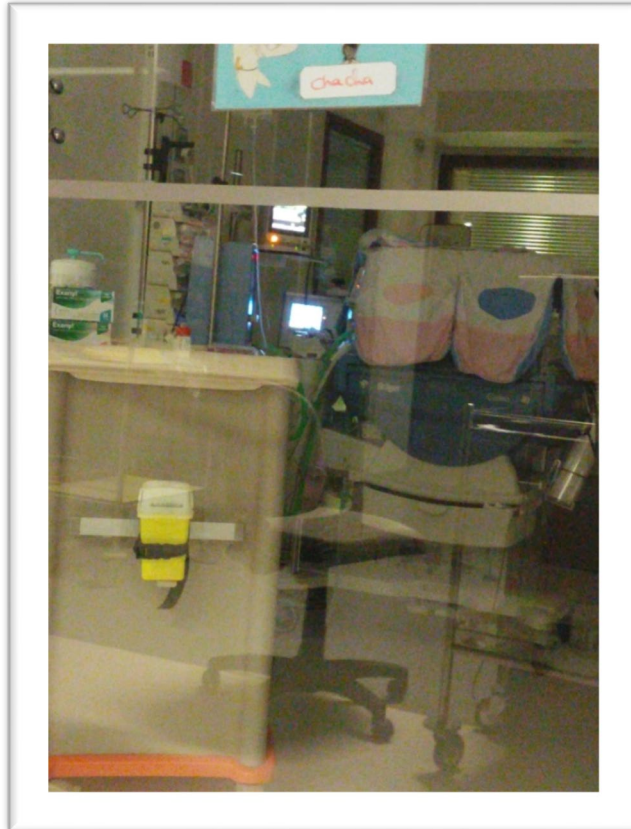


Photo n°2 : incubateur CALEO/ DRÄGER

Le scope permet de surveiller le rythme cardiaque, l'oxygénation et d'autres constantes. C'est l'appareil le plus bruyant de la chambre en terme de durée, avec une alarme sous forme de bips qui se déclenchent lors de variations nécessitant une attention des soignants, mais pas obligatoirement une intervention, et une alarme grave plus forte et plus rapide lors de la survenue d'une anomalie importante

De plus les scopes de chaque chambre sont reliés à un monitoring central permettant une surveillance depuis un seul poste. Ce monitoring présent dans le service bipie lorsqu'au moins une alarme est déclenchée.

Les pompes entérales et parentérales ou pousées seringues sont utilisées pour l'alimentation du nouveau-né avec du lait maternisé ou maternel ou pour les traitements par intraveineuses. Ces appareils émettent aussi des bips assez importants en termes d'intensité en cas d'anomalie ou à la fin de l'alimentation.

3. Sensibilisation au bruit

Le service de néonatalogie possède un dispositif acoustique (oreille sonométrique) permettant de déterminer les seuils de niveaux sonores au sein de l'unité. L'oreille est placée dans le couloir près d'une chambre.

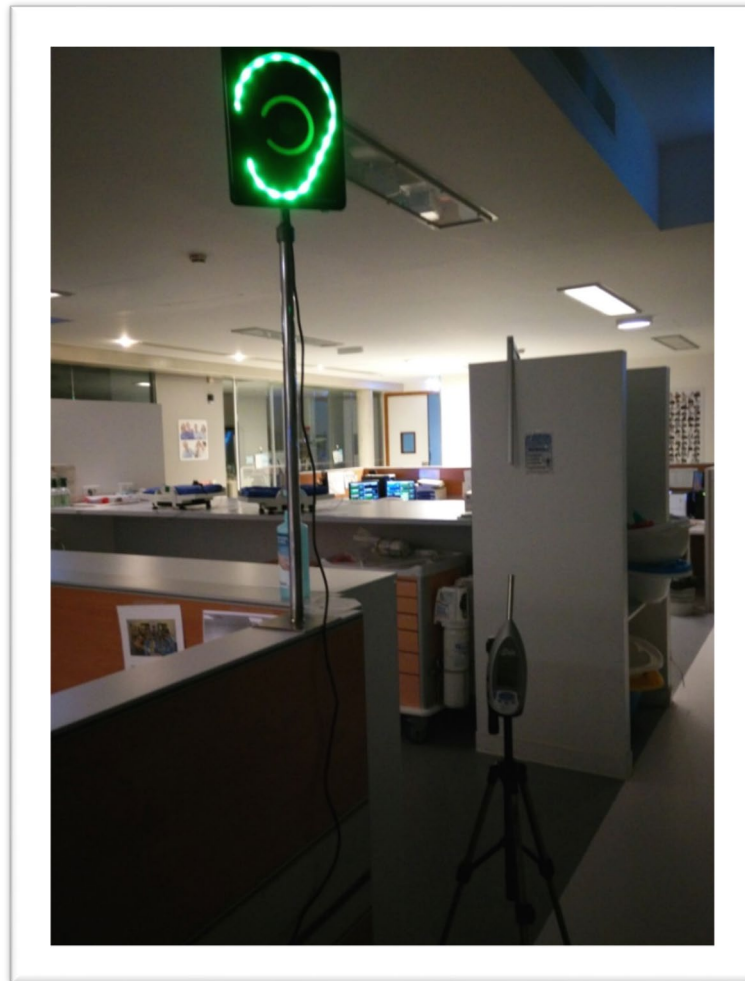


Photo n° 3 : Oreille sonométrique placée dans l'atrium du service

Celle-ci permet de signaler au personnel le niveau sonore par un système de codes couleur (vert au rouge). Les seuils peuvent être modifiés par une molette à l'arrière de l'oreille. La valeur du seuil avait été modifiée et non quantifiée. Un réglage à 60 dB a été réalisé durant la mesure acoustique.

B. Méthodologie

La mesure a été réalisée sur 24 heures par 4 équipes de 2 personnes du service santé-environnement de la DD92. Chaque agent contrôlait les mesures d'un des 2 sonomètres FUSION.

1. Matériel sonométrique

Les mesures acoustiques ont été réalisées à l'aide de :

- deux sonomètres de classe 1 de type FUSION - marque 01 dB-ACOEM») et leurs calibreurs,
- un sonomètre de classe 1 de type SOLO - marque 01 dB-ACOEM une carte mémoire de 16 Go dans chacun des sonomètres,
- deux ordinateurs portables connectés en wifi pour les FUSION.

Les deux FUSION sont restés branchés sur les prises électriques durant toute la mesure. Le SOLO utilisé hors de l'étude a été placé dans une chambre double puis au niveau du comptoir central.

2. Positionnement des sonomètres

Les mesures acoustiques ont été réalisées dans une chambre de l'unité de réanimation néonatale occupée par un nouveau-né.

Le premier FUSION a été placé dans la chambre sur un trépied, à une hauteur d'environ un mètre au-dessus du sol dans un coin de la chambre de manière à ne pas gêner le bon déroulement des interventions des équipes soignantes.

Le second FUSION a été placé à côté de la couveuse et le microphone désinfecté placé dans l'incubateur à hauteur de la tête de l'enfant grâce à la rallonge.

Les différents opérateurs étaient positionnés devant la chambre pour pouvoir vérifier les signaux visuels et identifier les appareils en alarme et codé en direct si possible.



Chambre utilisée

3. Informations complémentaires

La mère de l'enfant est venue dans la chambre à partir de 8H00 du matin et a pris son enfant hors de la couveuse.

Les portes coulissantes ne sont pas souvent fermées, les infirmières ou médecins les laissant légèrement ouvertes.

Le ménage est réalisé très rapidement mais la porte est ensuite laissée ouverte pour permettre un séchage des sols plus rapidement. La porte n'est fermée que lors de l'intervention suivante.

Le double codage n'apparaît pas sur les spectres, d'où des couleurs différentes sur les spectres pour la couveuse et pour la chambre en fonction du codage déclenché en premier par l'opérateur.

Une partie des mesures n'a pas été codée (22h-04h).

C. Résultats

Analyse globale

Analyse sur la journée complète

	couveuse	chambre	delta
période la plus silencieuse sur 10 min	45,8	52,6	6,8
période la plus bruyante sur 10 min	62,8	72,5	9,7
delta	17	19,9	
niveau le plus bas	41,8	42,8	1
niveau le plus haut	76,7	85,5	8,8
delta	34,9	42,7	

Les émergences mesurées sont très importantes avec pratiquement 20 dB de plus sur 10 minutes entre le moment le plus calme de la journée et le plus bruyant dans la chambre.

Moyenne de la journée par source

source	couveuse	chambre	delta
Alarme	55	60,8	5,8
personnel	53,8	60	6,2
parent	47,9	60	12,1

Le delta important induit par la présence de la mère est du fait que l'enfant n'était plus dans la couveuse (plus d'alarme) et de l'endormissement de la mère en gardant son enfant. L'action de la couveuse et de la couverture est visible sur une baisse de 6 dB(A) sur la journée par rapport au bruit ambiant par la chambre.

Analyse par groupe et par bande de fréquence

bande de fréquence	alarme		personnel		porte ouverte		résiduel	
	couveuse	chambre	couveuse	chambre	couveuse	chambre	couveuse	chambre
125	42	42	46,5	47,5	40,5	42,5	40	40,5
250	41,5	46	46,5	54,5	40,5	47,5	40,5	42
500	50	57	48	56	49,5	61,5	49,5	49,5
1000	45,5	44	44,5	49	42,5	44,5	42,5	38
2000	49	56,5	44,5	52,5	42	52	42	43,5
4000	49,5	54,5	49,5	55	45,6	54	45,5	47

Cette analyse permet de voir que la couveuse réduit le niveau de la voix du personnel (250-500Hz), ainsi que le niveau des différentes alarmes. Le fait de laisser la porte ouverte ne semble pas augmenter le niveau sonore dans l'incubateur mais celui de la chambre semble plus élevé dans ce cas.

Analyse par heure

Clamart Créneaux horaire	Bruit dans la chambre			Bruit dans l'incubateur		
	L _{eq} dB(A)	L _{max} dB(A)	L _{min} dB(A)	L _{eq} dB(A)	L _{max} dB(A)	L _{min} dB(A)
Mercredi 8 juin 2016						
07h00 – 08h00	60,4	77,8	50,6	51,1	72,3	46,5
08h00 – 09h00	60,9	73,7	43,6	51,1	76,7	41,9
09h00 – 10h00	59,1	81,4	46,4	49,0	75,2	42,2
10h00 – 11h00	60,2	70,1	47,6	48,0	54,9	44,5
11h00 – 12h00	61,3	77,9	46,1	49,6	69,0	43,6
12h00 – 13h00	64,7	78,7	49,1	55,0	67,5	45,3
13h00 – 14h00	59,9	78,1	42,8	51,6	72,5	44,3
14h00 – 15h00	60,8	74,1	44,9	54,6	73,5	41,6
15h00 – 16h00	56,4	65,7	49,8	52,7	59,1	47,1
16h00 – 17h00	57,9	85,9	49,4	53,1	65,0	47,1
17h00 – 18h00	66,2	75,8	49,8	55,4	66,2	47,8
18h00 – 19h00	57,8	75,0	50,1	55,5	63,1	48,4
Jeudi 9 juin 2016						
19h00 – 20h00	58,0	68,4	46,2	54,7	61,1	48,1
20h00 – 21h00	56,3	76,4	49,4	53,9	69,1	45,3
21h00 – 22h00	57,8	73,1	49,8	54,3	66,3	48,0
22h00 – 23h00	57,2	73,6	49,6	53,9	57,1	50,4
23h00 – 00h00	57,8	73,6	49,8	53,9	64,0	49,7
00h00 – 01h00	57,7	64,3	50,9	53,9	63,6	49,9
01h00 – 02h00	57,5	67,6	45,5	55,5	69,1	49,3
02h00 – 03h00	60,5	78,3	47,0	56,9	72,5	46,9
03h00 – 04h00	64,6	75,4	51,4	57,6	64,9	48,4
04h00 – 05h00	56,8	71,7	49,4	52,4	61,4	48,1
05h00 – 06h00	60,3	76,7	50,5	52,3	69,3	46,8
06h00 – 07h00	64,7	76,0	49,3	55,2	62,9	47,4
Moyennes sur la période de 24 heures						
Mercredi à jeudi	59,78			53,38		

Ce tableau permet de constater que globalement le niveau sonore est constant dans la journée, la principale baisse dans la couveuse correspondant à la couveuse vide.

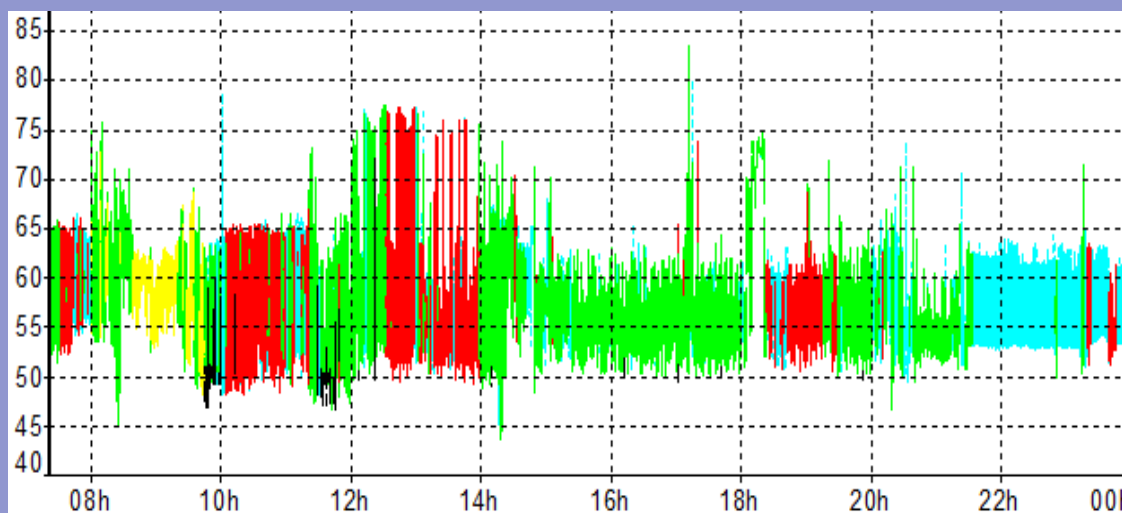
Spectre avec le codage en mesure

Légende :

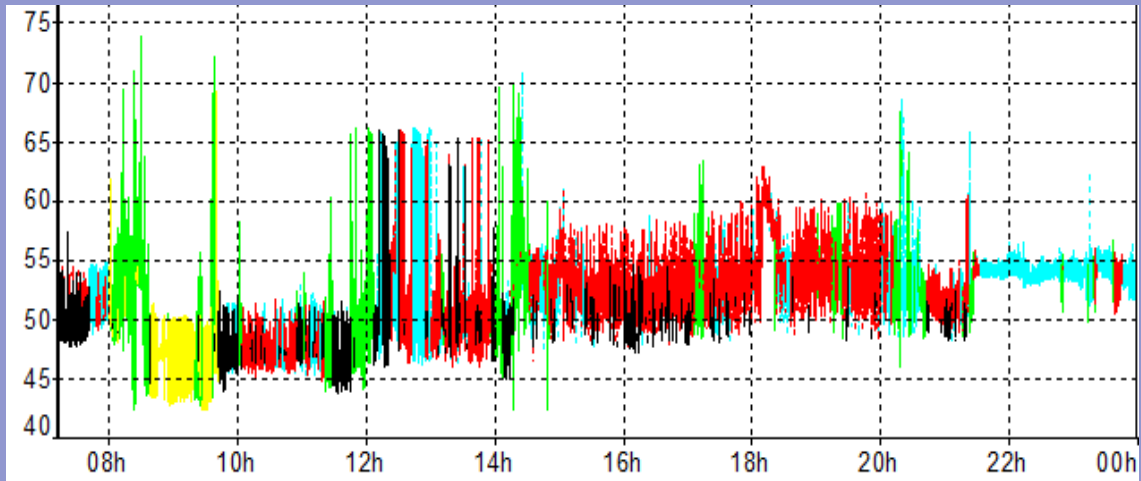
Jaune :	parent
Bleu :	alarme
Vert :	personnel médical
Rouge :	porte ouverte

Les spectres montrent le codage réalisé au moment de la mesure. Un réencodage a été réalisé pour l'exploitation de chaque source.

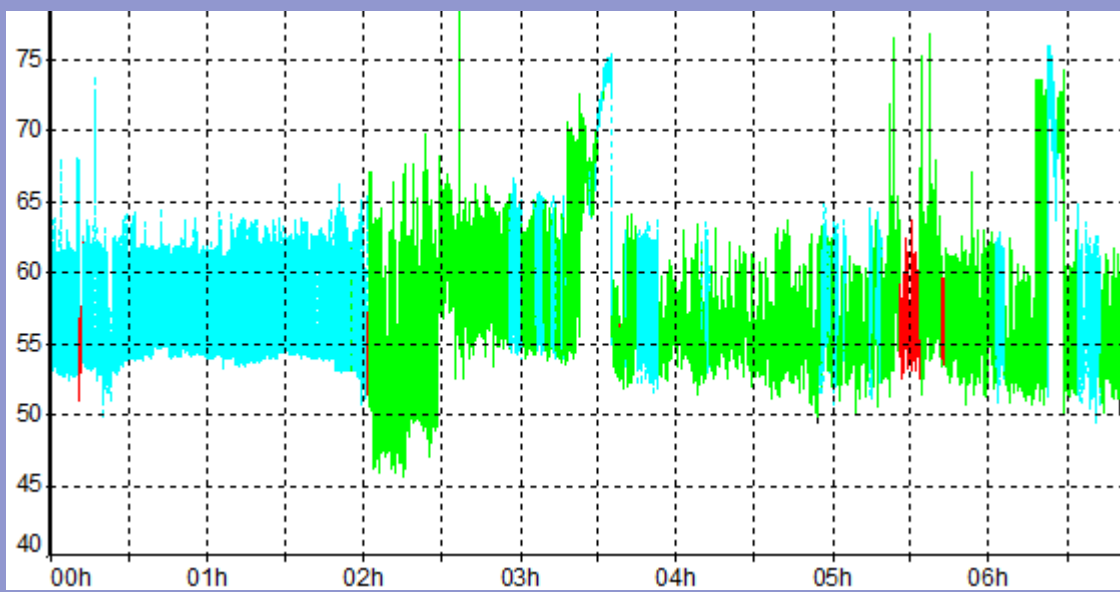
Spectre de 7H30 à minuit dans la chambre



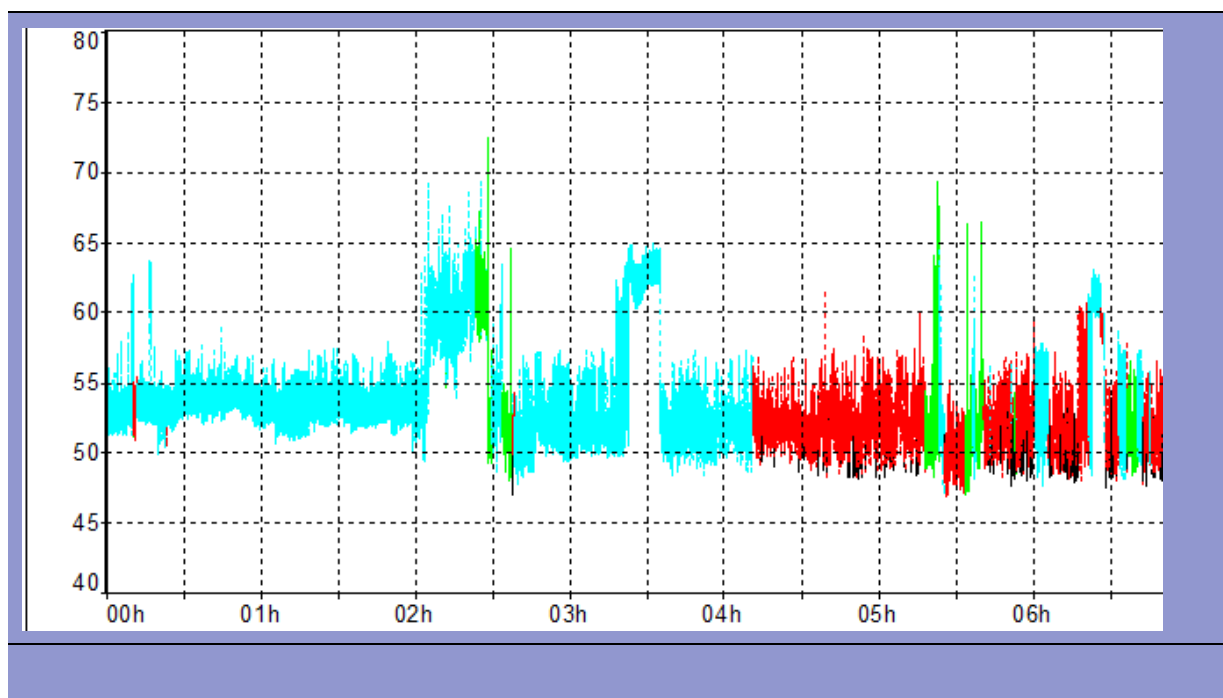
Spectre de 7H 30 à minuit dans la couveuse



Spectre de minuit à 7H dans la chambre



Spectre de minuit à 7H dans la couveuse



D. Discussions des résultats

1. Comparaison avec les valeurs de références

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) précise que le niveau sonore moyen (LA_{eq}) ne doit pas dépasser les 35 dB(A) dans la chambre des patients. Ce niveau est toujours dépassé puisque les niveaux sonores sont en moyenne sur la journée à 60 dB(A) et 53,5 dB(A) respectivement dans la chambre et dans la couveuse.

Les dépassements de la valeur de référence de l'OMS atteignent donc au minimum 25 dB(A) dans la chambre et 18,5 dB(A) dans la couveuse. À la vue du matériel nécessaire pour la survie des prématurés, cette valeur ne semble pas atteignable, la valeur la plus basse mesurée, sans alarme et sans intervention étant déjà plus élevée.

2. Comparaison dans une chambre entre le bruit dans l'incubateur et le bruit ambiant

Le niveau sonore mesuré est plus faible à l'intérieur de la couveuse recouverte qu'au niveau de la chambre. Ce résultat semble logique, l'incubateur servant de protection sonore vis-à-vis des bruits extérieurs et le microphone de la chambre étant posé dans un angle de la chambre avec la porte souvent ouverte et donc exposé aux bruits extérieurs de la chambre et à sa réverbération.

Lorsque le niveau dans l'incubateur est supérieur au niveau dans la chambre (2H du matin) cela correspond aux soins donnés au bébé par le personnel hospitalier dans la couveuse. Les premiers soins de la journée avaient été réalisés en présence des parents ce qui explique le niveau ambiant plus élevé.

Les pics sonores les plus élevés proviennent des alarmes (2000Hz), certains sont assez similaires aussi bien à l'intérieur de l'incubateur que dans la chambre (alarme nutrition) alors que d'autres pics d'alarmes sont atténués à l'intérieur.

3. Comparaison entre les valeurs diurnes et nocturnes

L'activité a semblé plus calme la nuit avec moins de visites de parents. Les infirmières ont pu prendre plus de temps pour réaliser certains soins (pesée). Mais cette situation n'est pas spécialement habituelle et l'activité la nuit peut être supérieure à celle de jour en fonction des pathologies des enfants prématurés. Ce calme relatif ne ressort pas dans les mesures, du fait des alarmes calibrées pour bipper afin d'attirer l'attention des soignants.

4. Source sonore la plus contributrice

Les alarmes semblent être la source sonore principale. Le niveau des alarmes a dépassé régulièrement 75 dB(A) dans la chambre, de plus ces alarmes sont doublées par le monitoring central et le premier niveau d'alerte sonore n'est pas une source d'intervention directe. Après discussion avec certaines infirmières, celles-ci nous ont bien indiqué s'être habituées à ce bruit pour ne presque plus l'entendre et de n'intervenir rapidement qu'au niveau d'alarme supérieur. Les alarmes dites « d'attention » émettent donc pendant de nombreuses heures (ce qui constitue plus de la moitié de la durée de la mesure). Le bruit des discussions ou briefings du personnel augmente fortement le bruit dans la chambre mais beaucoup moins dans la couveuse.

5. Limites des résultats

Incertitude liée au codage

Il n'a pas été possible de différencier les nombreuses alarmes et de coder les actions du personnel en même temps que les alarmes ou la présence des parents. Il ne ressort de cette mesure que des tendances. De plus lors de cette journée les appareils les plus bruyants n'ont pas été utilisés.

Incertitude liée au comportement inhabituel du personnel et du public

Le personnel nous a indiqué avoir fait plus attention, davantage fermer la porte de la chambre au début de la mesure, mais d'avoir repris un comportement classique après un temps d'adaptation à notre présence. Les sonomètres ne les ont pas gênés durant leur travail.

Positionnement des sonomètres

Les sonomètres ont été disposés de façon à ne pas gêner le personnel. Le microphone dans la couveuse permet par son positionnement d'avoir une mesure à hauteur de l'oreille de l'enfant. Par contre le sonomètre ambiant a été disposé dans un coin de la chambre, ce qui n'est pas une position optimale pour éviter la réverbération du son, cependant le positionner au centre de la pièce aurait été une gêne pour le personnel soignant.

Axe d'amélioration possible dans le protocole de soin

Il ressort de la mesure que malgré les efforts fournis par le personnel, le niveau sonore reste élevé. Les bruits les plus présents lors de la mesure sont les bips des différentes alarmes qui deviennent presque un bruit de fond sur la mesure puisque ces alertes n'impliquent pas une action prioritaire pour résoudre l'anomalie détectée. Certaines actions du personnel peuvent être une source de bruit difficilement quantifiable du fait des alarmes qui se superposent aux bruits de comportements (discussions entre 2 chambres, points à 5-6 personnes dans la chambre, chariot de la femme de ménage, fermeture des portes coulissantes) mais qui restent très rares sur la journée.

En termes d'amélioration de la gestion du bruit, il conviendrait de vérifier s'il n'est pas plus intéressant de relever les seuils « d'alerte d'attention » de manière à réduire de moitié l'exposition des nouveaux nés. En effet, si le personnel estime que ces « alertes d'attention » ne sont pas identifiées comme nécessitant une intervention rapide et urgente et qu'elles sont davantage assimilées à du bruit de fond, il conviendrait de les supprimer.

En effet, bien que l'étude s'est attelée à évaluer l'exposition des nouveau-nés prématurés uniquement, il s'avère que le niveau d'exposition des équipes à ces bips est important. L'équipe santé-environnement qui a réalisé les mesures a pu à l'oreille être à plusieurs reprises incommodée par les 5 ou 6 « alarmes d'attention » qui se sont déclenchées en même temps et qui ont été relayées par le monitoring central.

De manière générale, ces bruits ont un effet sur les soignants qui n'a pas été évalué, et qu'il serait judicieux de réaliser, la fatigue auditive peut être importante et les effets sur la santé d'un niveau sonore élevé est maintenant bien documenté. Remplacer ces alarmes sonores d'attention par une alarme visuelle (en partie) permettrait de diminuer l'exposition auditive de manière globale.

ANNEXE 3

(réalisée par la Délégation départementale du Val-de-Marne)

MESURES ACOUSTIQUES DANS LE SERVICE DE NEONATOLOGIE DU CENTRE HOSPITALIER DE CRETEIL (94)

Les mesures sonométriques ont été effectuées du vendredi 27 mai au samedi 28 mai 2016

A. Service de néonatalogie et réanimation néonatale

1. Organisation

Le service de néonatalogie du CHIC se situe dans le bâtiment B, au 2^{ème} étage, il se compose :

- un service de réanimation de 11 places chambres composées de 8 chambres individuelles et une chambre triple ;
- un service de soins intensifs 9 places composées de sept chambres individuelles et de deux chambres double.

Le service se compose de :

- 12 médecins (dont 3-4 internes) ;
- 50 infirmières + 2 auxiliaires de puéricultures ;
- 4 agents de service d'hygiène (ASH).

Le service de néonatalogie du CHIC permet l'accueil des parents 24h sur 24h et sept jours sur sept.

Fonctionnement :

Le jour, les équipes de soins sont composées d'une dizaine de médecins, et d'une dizaine d'infirmières et d'auxiliaires de puéricultures et deux ASH. La nuit, l'effectif est réduit à deux médecins et huit infirmières.

Les échanges d'informations entre les différentes équipes sont appelés transmissions médicales. Pour les médecins, elles se réalisent dans la salle de repos, éloignée des chambres des nourrissons alors que les infirmières les réalisent directement dans la chambre du nouveau-né.

Les soins réalisés sur les prématurés sont généralement dispensés en début de matinée. Cependant, en cas d'urgence médicale, une intervention peut avoir lieu à tout moment.

Les chambres et les locaux sont nettoyés uniquement le matin par l'équipe d'ASH. Le nettoyage des revêtements de sols (linoléum) est réalisé à l'aide d'une serpillère et parfois à l'aide d'une auto-laveuse (très bruyante). Les autres revêtements (paillasses, vitres et mobiliers) sont nettoyés à l'aide d'une centrale vapeur (également très bruyante).

2. Matériel technique

Plusieurs sources sonores liées aux équipements et aux appareils électro médicaux ont été identifiées. Ils sont utilisés pour surveiller les paramètres vitaux du nouveau-né. Tous ces dispositifs médicaux sont équipés d'alarmes (visuelles et/ou sonores) :

- **l'incubateur**, de marque Général Electric.
- **le scope**,
- **le respirateur**, de marque Dräger,
- **le pousse-seringue**.

3. Sensibilisation au bruit

Le service néonatalogie du CHIC intègre un dispositif acoustique permettant de déterminer les seuils de niveaux sonores au sein de l'unité. Un dispositif lumineux est placé dans le couloir.

Celui-ci permet d'informer le personnel des niveaux sonores par un système de codes couleur (vert, orange et rouge).

Une analyse différée peut être réalisée par un agent du service afin de sensibiliser le personnel sur le bruit généré par son activité.

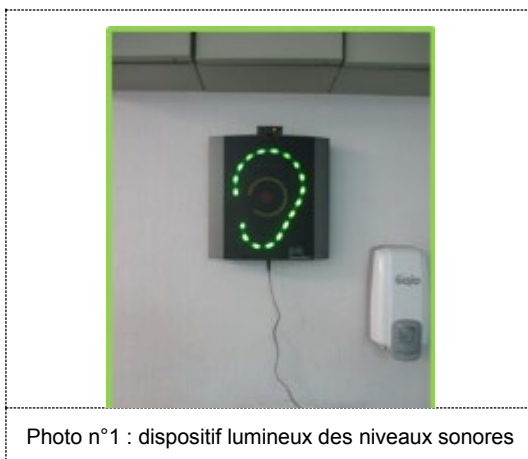


Photo n°1 : dispositif lumineux des niveaux sonores

B. Méthodologie

1. Matériel sonométrique

Les mesures acoustiques ont été réalisées à l'aide :

- Un sonomètre de classe 1 de type FUSION - marque 01 dB-ACOEM (appelé par la suite sonomètre 1) et son calibreur,
- Un sonomètre de classe 1 de type FUSION - marque 01 dB-ACOEM muni de sa rallonge (appelé par la suite sonomètre 2) et son calibreur,
- Une carte mémoire de 16 Go dans chacun des sonomètres.
- Deux ordinateurs portables connectés en wifi.

Les deux appareils sont restés branchés sur les prises électriques durant toutes les mesures.

Une connexion wifi permet de communiquer depuis les ordinateurs avec les appareils de mesure. Une interface web permet de paramétrer les sonomètres et de visualiser en temps réels les niveaux sonores.

De plus, il est possible de « coder » les enregistrements directement. Ceci permet à l'opérateur d'attribuer des événements spécifiques aux enregistrements.

2. Positionnement des sonomètres

- Mesure du bruit ambiant dans la chambre

Le « sonomètre 1 » a été placé dans la pièce sur un trépied, à une hauteur approximative d'un mètre au-dessus du sol (Cf. photo n°2). Cet appareil a été positionné à environ d'un mètre de la couveuse, de manière à ne pas entraver au bon déroulement des interventions des équipes soignantes.



Photo n°2 : Emplacement du sonomètre 1

- Mesure du niveau sonore dans l'incubateur

Le micro du « sonomètre 2 » a été placé à proximité du nourrisson dans l'incubateur à l'aide d'une rallonge (le boîtier est resté à l'extérieur).



Figure 10 : plan du service

Chambre individuelle
Point de mesure

3. Codage des mesures

Les mesures acoustiques se sont déroulées pendant 24 heures, du vendredi 27 mai au samedi 28 mai 2016. Les deux sonomètres ont été placés le vendredi matin à 6h30. La présence d'un opérateur (parfois assisté d'un agent de l'ARS) a permis d'assurer une présence continue de 7h 00 à 22h 00. Ils se sont relayés par tranche horaire de 3 heures pour assurer les codages. Cependant, aucun codage n'a été réalisé entre 22h00 et 7h00 (aucun agent de l'ARS présent sur site).

Les opérateurs se sont placés à l'extérieur de la chambre (environ 2 mètres devant la porte – Cf. photo n°3). Ceci a permis de visualiser les interventions in situ sans perturber les enregistrements.

Le codage est l'opération permettant d'attribuer la « nature » des événements mesurés à une période de l'enregistrement. Ce « marquage » des différentes périodes retenues sera utilisé lors de l'exploitation des données.

Il a été décidé préalablement aux mesures in situ, de définir une méthode de « codage ». Compte tenu de la diversité des sources de bruits dans le service (bruits liés aux équipements médicaux et aux interventions – présence humaine dans la chambre – etc.) il a été décidé de regrouper les sources de la manière suivante :

Sonomètre 1	Sonomètre 2
Code 1 : déclenchement d'au moins une alarme	Code 1 : déclenchement d'au moins une alarme
Code 2 : présences du personnel médical dans la chambre	Code 2 : intervention du personnel médical dans l'incubateur
Code 3 : présence des parents	Code 3 : intervention des parents dans l'incubateur
Code 4 : porte de la chambre fermée	Code 4 : cris/pleurs du bébé



Photo n°3 : emplacement de l'opérateur en charge des codages

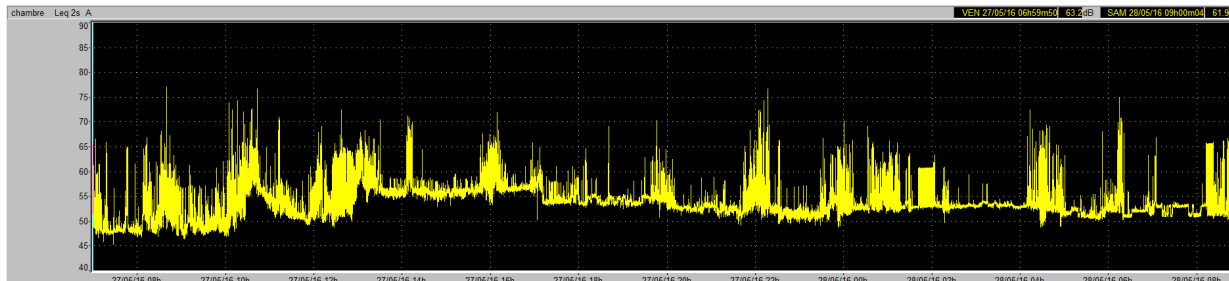
4. Informations complémentaires

Plusieurs sources sonores liées au facteur humain ont été identifiées :

- La conversation des équipes soignantes notamment lors des transmissions ou lors d'interventions médicales,
- Les bruits générés par les interventions médicales : il peut s'agir, par exemple, de l'ouverture de d'emballage de pansements ou de flacons,
- Les bruits générés par les équipes d'entretien et leurs appareils : les appareils utilisés pour désinfecter les locaux peuvent constituer une source de bruit importante,
- La visite des parents : les visites parentales peuvent être à l'origine de différents bruits et de conversations diverses (communications, conversations téléphoniques, sonnette, etc.),
- Les bruits divers : le claquement des portes, le déplacement de mobilier (chariots, chaises à roulettes, etc.).

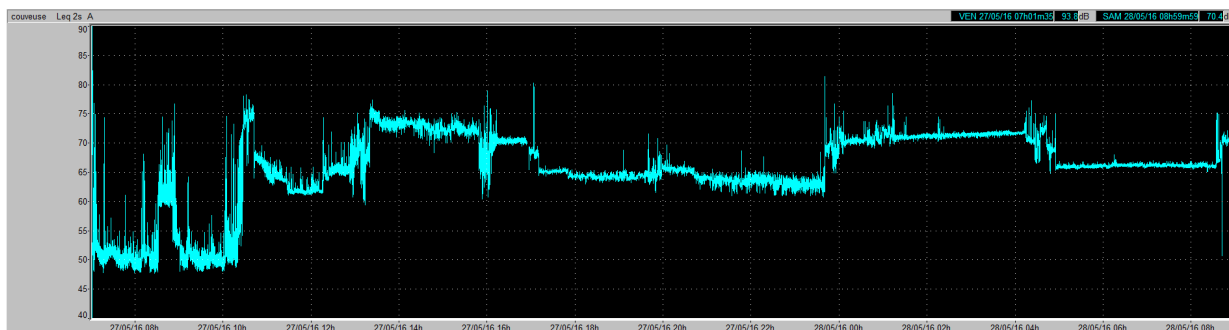
C. Résultats

NIVEAU SONORE DANS LA CHAMBRE



Graphique n°1 : évolution temporelle du niveau sonore dans la chambre du 27/05 à 7h au 28/05 à 9h

NIVEAU SONORE DANS L'INCUBATEUR



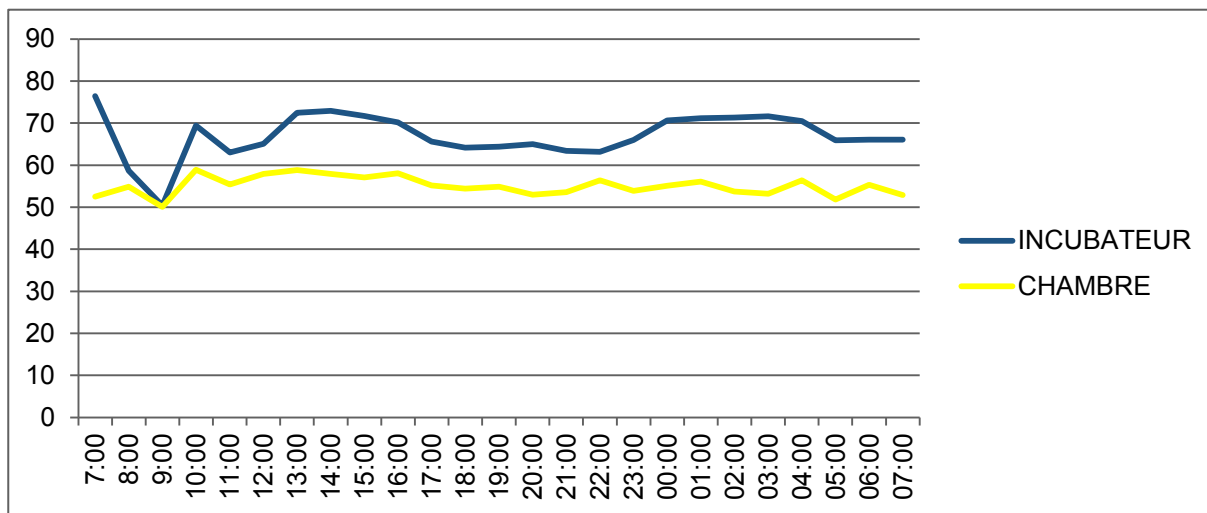
Graphique n°1bis : évolution temporelle du niveau sonore dans la couveuse du 27/05 à 7h au 28/05 à 9h

Tableau 1 : Niveau sonore dans la chambre en moyenne sur une heure

Début période	Leq	L90
27/05/2016 07:01	76,4	48,8
27/05/2016 08:01	58,7	48,7
27/05/2016 09:01	50,4	48,4
27/05/2016 10:01	69,4	50,1
27/05/2016 11:01	63	61,3
27/05/2016 12:01	65,1	61,7
27/05/2016 13:01	72,5	66,7
27/05/2016 14:01	72,9	71,5
27/05/2016 15:01	71,7	67,2
27/05/2016 16:01	70,2	68,6
27/05/2016 17:01	65,6	64,2
27/05/2016 18:01	64,2	63,7
27/05/2016 19:01	64,4	63,6
27/05/2016 20:01	65	63,7
27/05/2016 21:01	63,4	62,5
27/05/2016 22:01	63,2	61,8
27/05/2016 23:01	66	61,9
28/05/2016 00:01	70,6	69,8
28/05/2016 01:01	71,2	70,6
28/05/2016 02:01	71,3	70,8
28/05/2016 03:01	71,6	71,2
28/05/2016 04:01	70,5	66,2
28/05/2016 05:01	65,9	65,6
28/05/2016 06:01	66,1	65,8
28/05/2016 07:01	66,1	65,8
28/05/2016 08:01	68	65,7

Tableau 2 : Niveau sonore dans l'incubateur en moyenne sur une heure

Début période	Leq	L90
27/05/2016 07:00	52,5	47,2
27/05/2016 08:00	54,9	47,5
27/05/2016 09:00	50,1	47,3
27/05/2016 10:00	58,9	49,9
27/05/2016 11:00	55,4	50,1
27/05/2016 12:00	57,9	50,3
27/05/2016 13:00	58,8	55,1
27/05/2016 14:00	57,9	54,9
27/05/2016 15:00	57,1	54,8
27/05/2016 16:00	58,1	55,9
27/05/2016 17:00	55,2	53,4
27/05/2016 18:00	54,4	53,2
27/05/2016 19:00	54,9	53,2
27/05/2016 20:00	53	51,9
27/05/2016 21:00	53,6	50,9
27/05/2016 22:00	56,4	50,5
27/05/2016 23:00	53,9	50,4
28/05/2016 00:00	55,1	51,9
28/05/2016 01:00	56,1	52,2
28/05/2016 02:00	53,7	52,5
28/05/2016 03:00	53,2	52,6
28/05/2016 04:00	56,4	51,5
28/05/2016 05:00	51,8	50,5
28/05/2016 06:00	55,3	50,7
28/05/2016 07:00	52,9	50,9
28/05/2016 08:00	56,1	50,9



Graphique n°2 : évolution temporelle du niveau sonore en moyenne horaire

D. Discussions des résultats

1. Comparaison avec les valeurs de références

Les mesures acoustiques effectuées dans la chambre et l'incubateur montrent des niveaux sonores moyens supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (45 dB(A)), quel que soit le moment de la journée.

Les niveaux sonores mesurés dans le service de néonatalogie du centre hospitalier intercommunal de Créteil sont similaires aux niveaux observés dans les autres services ayant fait l'objet d'études acoustiques.

2. Comparaison dans une chambre entre le bruit dans l'incubateur et le bruit ambiant

Le niveau sonore (en moyenne sur une 1h) est plus important dans l'incubateur que dans la chambre sur l'ensemble de la période de mesurage (24h).

Cependant, sur le graphique n°2, on observe que les niveaux sonores enregistrés par les deux sonomètres entre 8h et 9h sont sensiblement similaires. En effet, durant cette période, des soins ont été prodigués au nouveau-né, de ce fait l'incubateur est resté longtemps ouvert.

3. Comparaison entre les valeurs diurnes et nocturnes

Le niveau sonore mesuré en moyenne sur 1h ne présente pas de différence notable entre les phases diurne et nocturne (Graphique n°2).

4. Source sonore la plus contributrice

La diversité des sources de bruit (parents et personnel médical, alarmes, incubateur, etc.) produit un environnement sonore particulièrement fluctuant et « imprévisible », ce qui est préjudiciable pour le repos des nouveau-nés et leur développement.

Certaines mesures destinées à réduire le niveau sonore dans le service ont déjà été mises en place (afficheur d'alarmes en salle de repos, outil pédagogique dans le couloir pour informer le personnel soignant du niveau sonore, transmissions des informations en salle de repos). Cependant, certaines sources restent difficiles à maîtriser (bruit de fonctionnement de l'incubateur).

Durant les enregistrements, quatre points spécifiques ont pu être extraits des mesures. Ces points sont abordés dans cette partie.

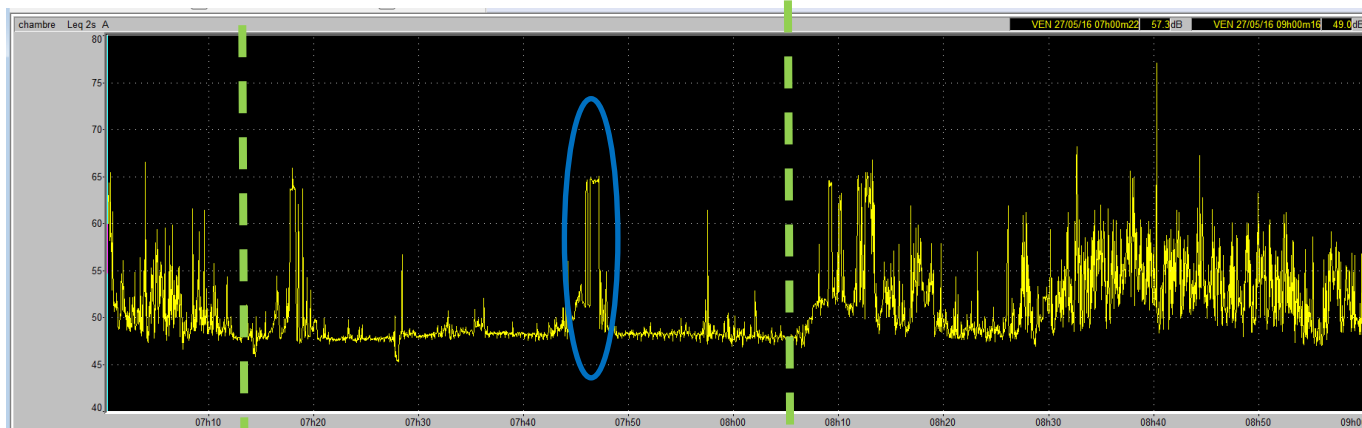
Personnel en salle de réunion

Durant la période comprise approximativement entre 7h 15 et 8h 05, l'ensemble du personnel médical s'est regroupé dans une salle (période de pause et de transmissions d'informations). De ce fait, le service s'est retrouvé vide (hormis lors de l'intervention d'une infirmière vers 7h 45). Durant cette période, aucune alarme significative ne s'est activée à proximité du point de mesure.

Au cours de cette période, on constate que le niveau de bruit dans la chambre du nouveau-né est relativement stable, pour un niveau sonore d'environ 47 dB(A).

Il apparaît donc que la présence humaine dans le service contribue à rehausser le niveau de bruit dans les locaux de manière significative.

Alarme + présence infirmière



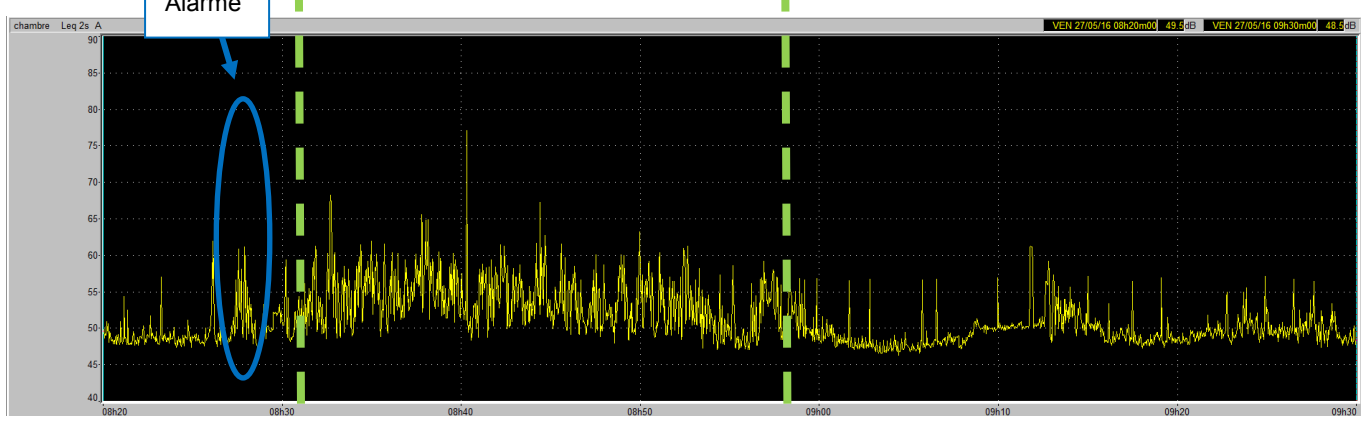
Graphique n°3 : évolution temporelle du niveau sonore dans la chambre

Période des soins

La présence du personnel médical dans la chambre génère du bruit de manière importante (cf. graphique n°4 – entre les tirets).

Des bruits ponctuels pouvant atteindre 75 dB ont été observés.

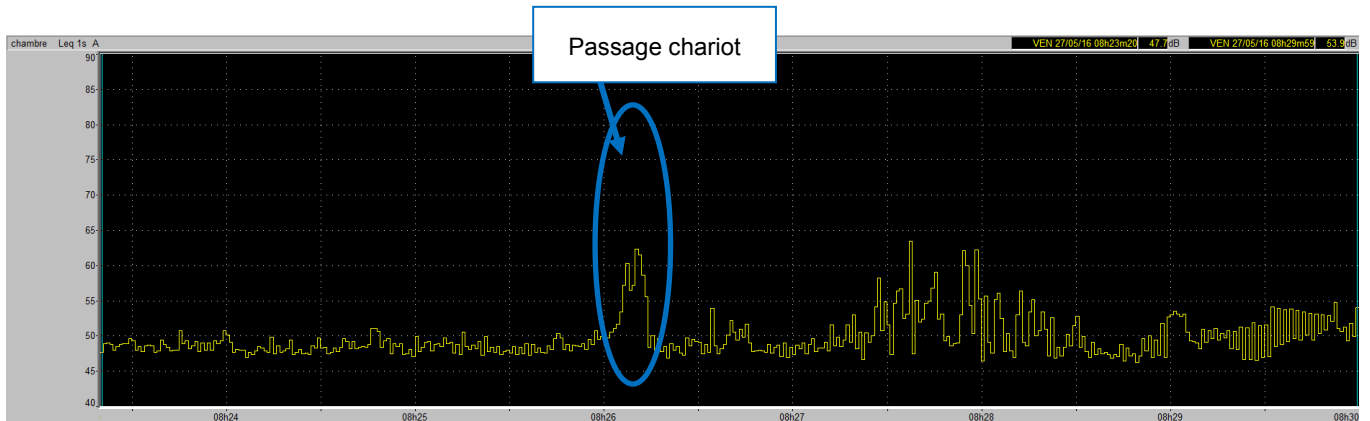
Alarme



Graphique n°4 : évolution temporelle du niveau sonore dans la chambre

Passage d'un chariot

Le bruit généré par le passage d'un chariot roulant dans les couloirs à proximité de la chambre a pu être enregistré de manière isolée (cf. graphique n°5). L'utilisation de cet équipement peut générer des niveaux de bruit extrêmement importants (hausse du niveau sonore de près de 20 dB par rapport à une période « calme »).



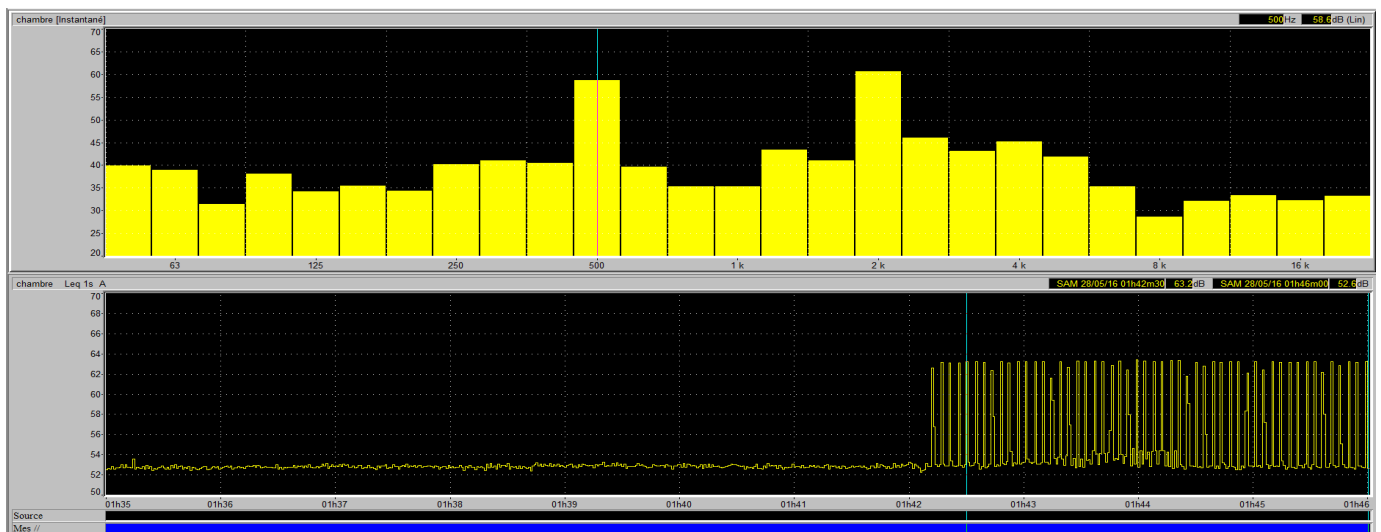
Graphique n°5 : évolution temporelle du niveau sonore dans la chambre

Alarmes

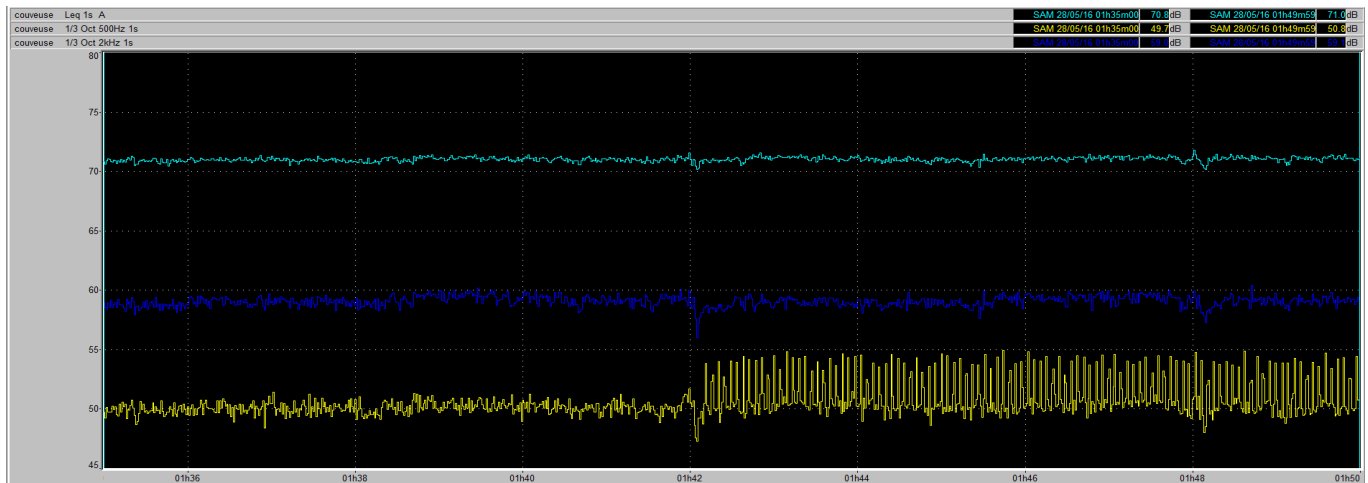
Durant la nuit, le niveau sonore dans le service est relativement stable. Cependant, une alarme dans la chambre s'est déclenchée durant la période allant de 1h42 à 2h04 (23 minutes). Cette alarme émet principalement sur les bandes de tiers d'octaves centrées sur 500 Hz et 2 kHz (cf. graphique n°6).

Lors de l'apparition de cette source sonore à 1h42, aucune évolution du niveau sonore global n'apparaît dans l'incubateur (graphique n°7 – courbe L_{eq}). Cette observation reste vraie pour le niveau sonore centré sur la bande de tiers d'octave de 2kHz, mais pas pour celle de 500Hz. En effet, le niveau mesuré L_{500} évolue en fonction du niveau sonore de l'alarme de la chambre.

Le spectre sonore généré dans la chambre peut être différent de celui perçu dans l'incubateur (phénomène d'absorption, masquage, etc.).



Graphique n°6 : évolution temporelle du niveau sonore dans la chambre



Graphique n°7 : évolution temporelle des niveaux sonores (LA,eq/L₅₀₀/L₂₀₀₀) dans l'incubateur

5. Limites des résultats

Incertitude liée au codage

Il n'a pas été possible de différencier les nombreuses alarmes et de coder les actions du personnel en même temps que les alarmes ou la présence des parents. Il ne ressort de cette mesure que des tendances. De plus lors de cette journée les appareils les plus bruyants n'ont pas été utilisés.

Incertitude liée au comportement inhabituel du personnel et du public

Le personnel a exercé son travail de manière habituel. Cependant, cette activité reste fluctuante et aléatoire, conditionnée par les urgences médicales.

Positionnement des sonomètres

Les sonomètres ont été disposés de façon à ne pas gêner le personnel. Le microphone dans la couveuse permet par son positionnement d'avoir une mesure à hauteur de l'oreille de l'enfant. Par contre le sonomètre ambiant a été disposé dans un coin de la chambre, ce qui n'est pas une position optimale pour éviter la réverbération du son, cependant le positionner au centre de la pièce aurait été une gêne pour le personnel soignant.

Axe d'amélioration possible dans le protocole de soin

La grande diversité des sources sonores (personnel, famille, équipements électroniques, bruits de mobilier, etc.), leurs aspects aléatoires et de la variété de leurs intensités rends complexe l'exploitation des données. Un travail spécifique sur certaines catégories de bruit pourra permettre de mieux appréhender les nuisances et l'exposition générée par ces sources.

ANNEXE 4

(réalisée par la Délégation départementale du Val-d'Oise)

MESURES ACOUSTIQUES DANS LE SERVICE DE NEONATOLOGIE DU CENTRE HOSPITALIER VICTOR DUPOUY A ARGENTEUIL (95)

Les mesures sonométriques ont été effectuées du mardi 28 juin au mercredi 29 juin 2016

A. Service de néonatalogie et réanimation néonatale

1. Organisation

Le service de néonatalogie du Centre Hospitalier Victor Dupouy se situe dans le bâtiment Léonard de Vinci, au 2^{ème} étage. Le service se compose de sept chambres allant de 1 à 3 lits.

Une équipe pluridisciplinaire (médecin, infirmier, psychomotricienne) travaille au quotidien dans le service et notamment 7 médecins.

Le service travaille avec une équipe de jour et une équipe de nuit. L'équipe de jour arrive à 7h15 et quitte le service à 19h30. Pour ce qui est de l'équipe de nuit, elle arrive à 19h15, et quitte le service à 7h30.

2. Matériel technique

Les chambres sont équipées de nombreux appareils dont un incubateur, un respirateur, un scope, un pousse-seringue et une pompe d'alimentation. Ces différents appareils sont sources de bruit, notamment lors du fonctionnement de leur alarme. La passation d'information entre les deux équipes se fait entre 7h15 et 7h30 le matin et de 19h15 à 19h30 le soir.



3. Sensibilisation au bruit

Le service n'a pas de sensibilisation particulière au bruit. Lors de la mesure, il a été constaté que les infirmières se parlaient de chambre à chambre.

Pour s'appeler, elle toquait sur les parois en plexiglass. Les portes des chambres ne sont pas automatiquement refermées dès la sortie du personnel médical.

B. Méthodologie

1. Matériel sonométrique

Les mesures ont été effectuées avec un sonomètre de type FUSION (fabricant 01DB) et un sonomètre de type Symphonie (fabricant 01DB).

Les appareils ont été positionnés de façon à ne pas gêner l'intervention de l'équipe soignante. Le câblage passait à travers une trappe servant à évacuer les linges sales dans le couloir de visite.

2. Positionnement des sonomètres

Les mesures ont été réalisées dans la chambre n° 205 qui ne comportait qu'une seule couveuse. Deux microphones ont été positionnés dans cette chambre :

- Un premier sonomètre avec micro intégré a mesuré le bruit ambiant de la chambre avec un micro placé à 1,50 m du sol et à 80 cm environ de la couveuse,
- Un deuxième sonomètre avec un micro déporté a mesuré le bruit à l'intérieur de la couveuse.

Les ordinateurs permettant de contrôler et coder les mesures ont été placés dans le couloir de visite des familles, à l'extérieur de la chambre et du service. Le couloir de visite se situe en périphérie du service néonatalogie.



3. Codage des mesures

Les mesures ont été réalisées sur une période de 24 heures en continu.

Six agents de la délégation départementale du Val d'Oise se sont relayés sur l'intégralité des 24 heures pour la réalisation des mesures. La durée de présence de chaque agent était de 6 heures (2 agents par tranches de 6 heures en journée et 1 agent par tranches de 6 heures la nuit).

Pour le codage dans la chambre, les codes suivants ont été utilisés :

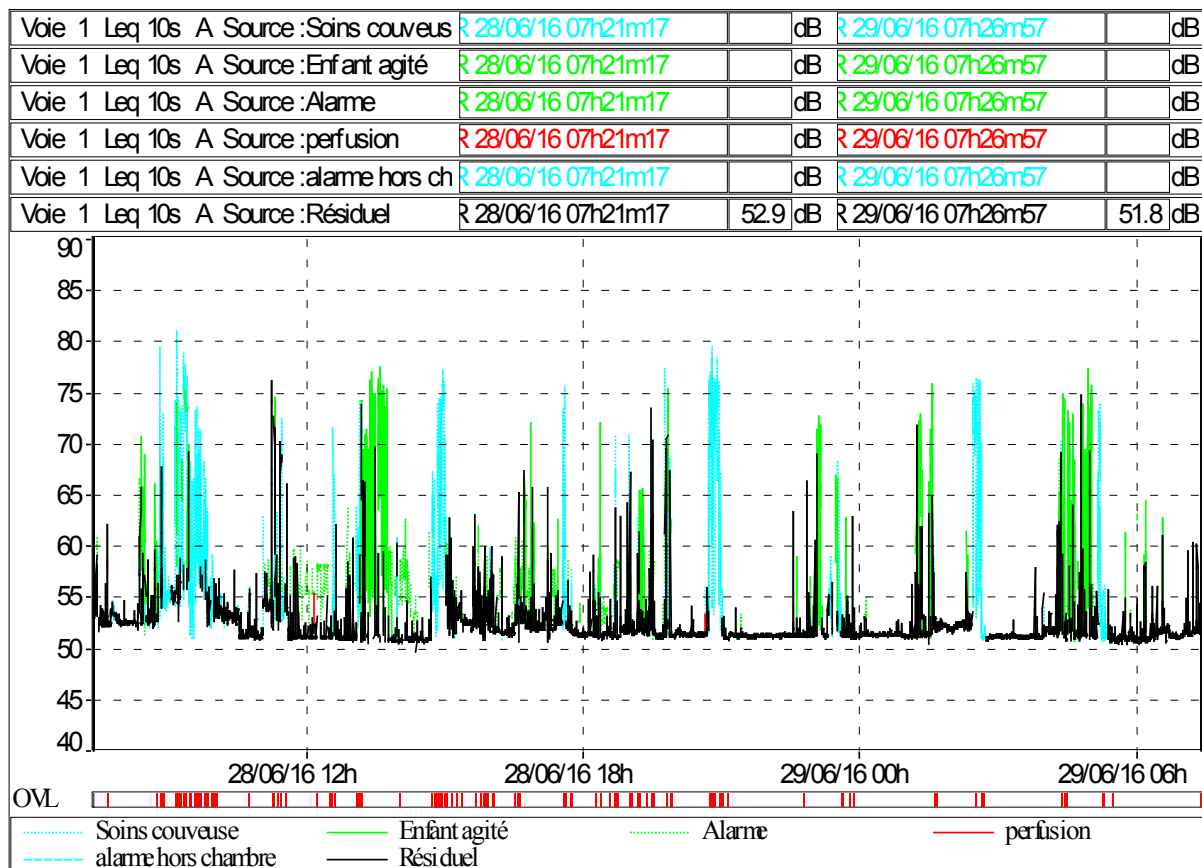
- Soins de l'enfant
- Enfant agité (mouvement et/ou pleurs)
- Alarme de la couveuse
- Alarme du pousse-seringue
- Alarme d'une autre chambre

Pour le codage de la couveuse, les codes suivants ont été utilisés :

- Soins de l'enfant
- Enfant agité (mouvement et/ou pleurs)
- Mains des parents dans la couveuse
- Alarme de la couveuse
- Alarme du pousse-seringue
- Alarme d'une autre chambre

C. Résultats

Évolution temporelle du bruit ambiant dans la chambre

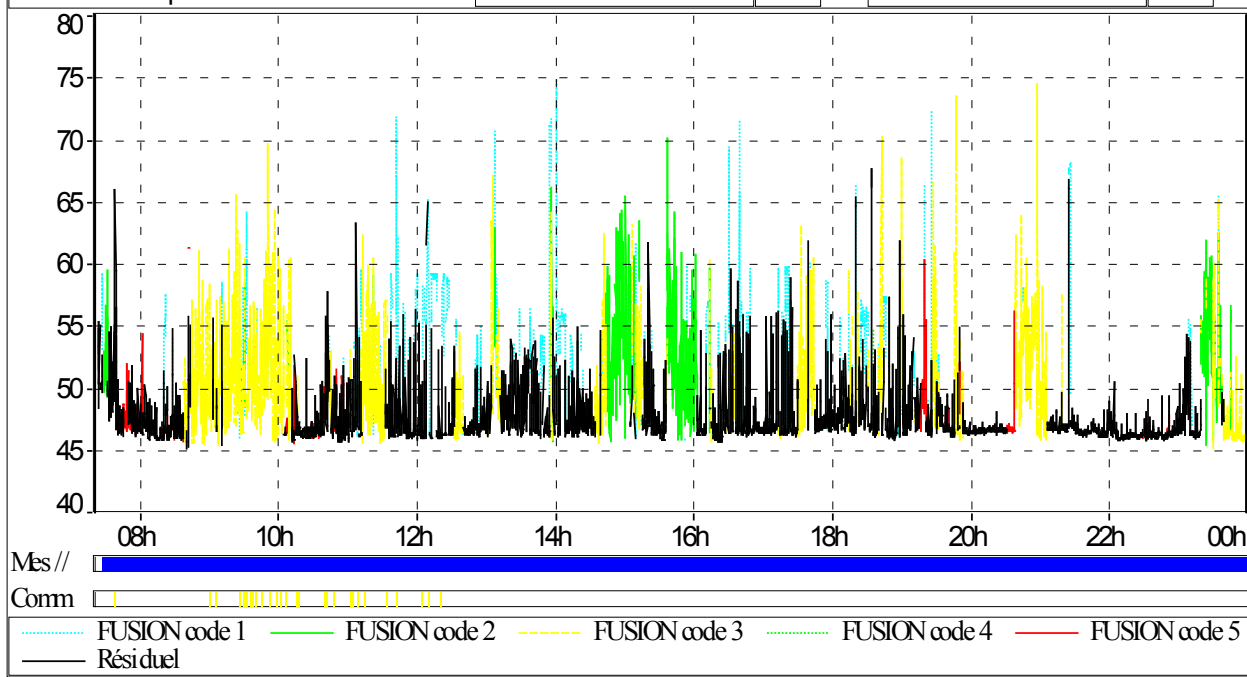


Fichier	service neonat argenteuil_160628_07211					
Début	28/06/16 07:21:17:000					
Fin	29/06/16 07:26:58:800					
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax
Voie 1	Leq	A	dB	61,4	47,5	89,5

Évolution temporelle du bruit dans la couveuse de 7h21 à 0h00

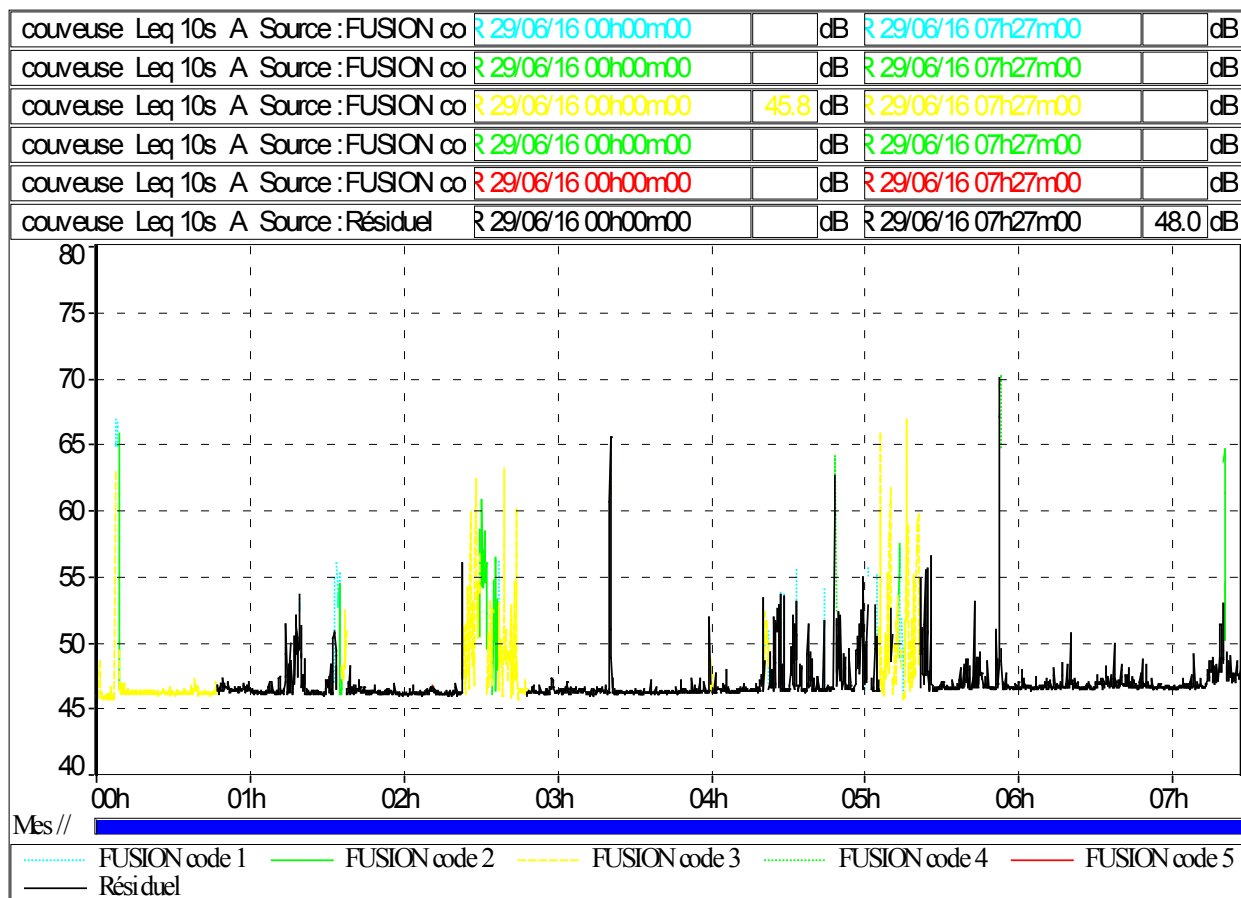
Fichier	service neonat argenteuil_160628_07211			
Lieu	Voie 1			
Type de données	Leq			
Pondération	A			
Début	28/06/16 07:21:17:000			
Fin	29/06/16 07:26:58:800			
	Leq particulier	Lmin	Lmax	Durée cumulée
Source	dB	dB	dB	h:m:s:ms
Soins couveuse	67,7	47,8	89,5	02:55:27:600
Enfant agité	68,7	48,1	87,4	01:29:14:200
Mains parents couveuse	59,2	48,8	89,1	00:08:30:800
Alarme perfusion	57,3	47,6	79,9	01:11:30:800
alarme hors chambre	53,8	48,8	70,7	00:02:30:400
Residuel	52,9	48,8	69,0	00:17:23:000
	53,5	47,5	87,9	18:01:05:000

couveuse Leq 10s A Source : FUSION code 1	R 28/06/16 07h21m01		dB	R 28/06/16 23h59m51		dB
couveuse Leq 10s A Source : FUSION code 2	R 28/06/16 07h21m01		dB	R 28/06/16 23h59m51		dB
couveuse Leq 10s A Source : FUSION code 3	R 28/06/16 07h21m01		dB	R 28/06/16 23h59m51	45,7	dB
couveuse Leq 10s A Source : FUSION code 4	R 28/06/16 07h21m01		dB	R 28/06/16 23h59m51		dB
couveuse Leq 10s A Source : FUSION code 5	R 28/06/16 07h21m01		dB	R 28/06/16 23h59m51		dB
couveuse Leq 10s A Source : Résiduel	R 28/06/16 07h21m01	49,8	dB	R 28/06/16 23h59m51		dB



Fichier	20160628_072101_000000.cmg					
Début	28/06/16 07:21:01:000					
Fin	29/06/16 00:00:00:000					
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax
couveuse	Leq	A	dB	53,2	44,1	82,8

Évolution temporelle du bruit dans la couveuse de 0h00 à 7h26



Fichier	20160629_000000_072709.cmg					
Début	29/06/16 00:00:00:000					
Fin	29/06/16 07:27:09:000					
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax
couveuse	Leq	A	dB	50,1	45,0	78,4

D. Discussions des résultats

1. Comparaison avec les valeurs de références

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) précise que le niveau sonore moyen (LA_{eq}) ne doit pas dépasser les 35 dB(A) dans la chambre des patients. Ce niveau est largement dépassé puisque les niveaux sonores sont de 53,5 dB(A) et 48 dB(A) respectivement dans la chambre et dans l'incubateur.

2. Comparaison dans une chambre entre le bruit dans l'incubateur et le bruit ambiant

Le bruit dans l'incubateur est inférieur de 5 dB(A) environ au bruit ambiant sur l'ensemble de la mesure.

3. Comparaison entre les valeurs diurnes et nocturnes

La différence entre la période diurne et nocturne est d'environ 1 dB(A) que ce soit dans la chambre ou dans la couveuse.

4. Source sonore la plus contributrice

Au sein de la chambre, les deux niveaux sonores les plus élevés sont les soins réalisés par les infirmières et lorsque le nourrisson est agité (mouvement, pleurs). Ils sont respectivement de 67,7 dB(A) et 68,7 dB(A) pour un niveau résiduel de 53,5 dB(A).

Il est à préciser que dans le niveau sonore lié aux soins réalisés par les infirmières, il n'a pu être dissocié les méthodes de travail et le comportement des infirmières (discussion entre les différentes infirmières).

Au niveau de la couveuse, les deux niveaux sonores les plus élevés sont les soins réalisés par les infirmières et l'alarme du pousse-seringue. Les niveaux sonores sont respectivement de 59,3 dB(A) et 57,1 dB(a) pour un niveau résiduel de 48 dB(A).

5. Limites des résultats

Incertitude liée au codage

Lors de la mesure, il a été parfois difficile de coder précisément car plusieurs sources sonores étaient présentes en même temps (alarme, pleurs du bébé, comportement des infirmières). Un des sonomètres utilisé ne permet pas de coder plusieurs sources en même temps. Il a été codé généralement la première source sonore qui est apparue.

Incertitude liée au comportement inhabituel du personnel et du public

Il convient de s'interroger sur le comportement du personnel et du public du fait de la présence des sonomètres dans la chambre. Leurs présences n'ont pas perturbé le travail des infirmières. Au vu de certains comportements, cela n'a pas forcément modifié leurs protocoles de travail et leurs habitudes. Les infirmières se parlaient de chambre à chambre. La partie haute des cloisons est en vitrée ce qui permet de voir les chambres mitoyennes à la chambre où l'on se situe. Les infirmières s'appelaient en tapant sur la partie vitrée et communiquaient de chambre à chambre souvent la porte ouverte. La grande majorité de la journée, la porte de la chambre est restée ouverte. Celle-ci donnait sur l'îlot central où une infirmière est présente en continu pour surveiller les chambres. Lors de la mesure, il a été constaté que le point entre les deux équipes (équipe de jour/équipe de nuit) s'est fait devant le tableau situé devant la porte ouverte de la chambre où se trouvaient les sonomètres.

Axe d'amélioration possible dans le protocole de soin

Il conviendrait de sensibiliser le personnel par rapport à leur comportement (discussion dans les chambres et à travers les parois, point entre les équipes devant les chambres portes ouvertes) et les pratiques de soins (pose de matériel sur la couveuse), ainsi que sur le fait de laisser constamment la porte ouverte de la chambre.

Il faut noter que l'hôpital d'Argenteuil est un ancien établissement avec des configurations de chambres et des matériaux de faible isolation acoustique. La partie entre les cloisons des chambres est composée des parois vitrées. Des trappes servant à évacuer le linge sale sont présentes en bas des murs. Une meilleure isolation acoustique des chambres pourrait permettre de réduire le niveau sonore moyen de chambre.

ANNEXE 5

Mesures acoustiques dans le service de néonatalogie de l'hôpital DELAFONTAINE à Saint-Denis (93)

(réalisée par la Délégation départementale de Seine-Saint-Denis)

Les mesures sonométriques ont été effectuées les 28, 29 et 30 septembre 2016.

A. Service de néonatalogie et réanimation néonatale

1. Organisation

Ce service, se situe au 1^{er} étage du bâtiment périnatal, adossé à la maternité Angélique du Coudray. L'ensemble constituant un centre périnatal de type III.

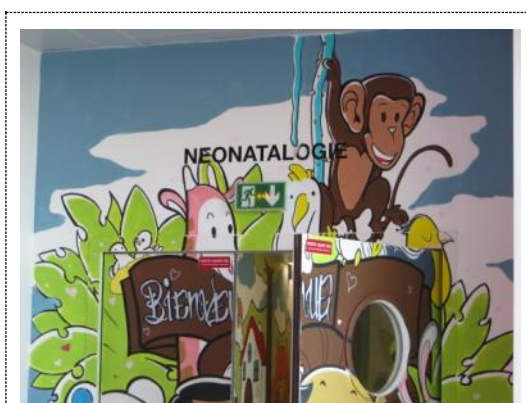


Photo n°1 : Entrée du service

Ce service comprend :

- 10 lits de réanimation néonatale, répartis dans 4 chambres simples et 2 chambres triples ;
- 11 lits de soins intensifs ;
- 6 lits de néonatalogie sans soins intensifs.



Photo n°2 : un incubateur occupé

Une équipe pluridisciplinaire (médecin, infirmier, kinésithérapeute, psychologue-psychanalyste, psychomotricienne) travaille au quotidien avec notamment 9 médecins, 54 infirmières puéricultrices (9 pour l'équipe de jour et 9 pour l'équipe de nuit), 8 auxiliaires de puériculture et 4 agents des services hospitaliers.

L'équipe de jour travaille de 7h 30 à 19h et l'équipe de nuit de 19h 30 à 7h.

Des relais d'information ont lieu entre les équipes matin et soir (de 7h à 7h 30 et de 19h à 19h 30).

2. Matériel technique

De nombreux appareils, nécessaires à la survie du nouveau-né prématuré et aux soins, sont sources de bruit dans une chambre de réanimation néonatale :

- L'incubateur (couveuse)
Les incubateurs utilisés sont des produits « caleo » de la marque « Dräger ». Selon le constructeur « Dräger », l'habitacle paisible de Caleo et toutes ses composantes ont été conçus pour un fonctionnement silencieux et un faible niveau sonore à l'intérieur (moins de 47 dBA).



Photo n°3 : un incubateur vide

- Le respirateur
Les respirateurs utilisés sont des produits « S.L.E. 5000 ventilateur » de la marque « Eurocare ». Selon le constructeur « Eurocare », le niveau de bruit sonore du ventilateur « S.L.E. 5000 » en fonctionnement vient d'être diminué de façon importante grâce au nouveau module pneumatique.



Photo n°4 : matériel du respirateur

- Le scope (moniteur)
Les scopes utilisés sont des produits « Ultraview SL2700 » de la marque « Spacelabs Healthcare ».



Photo n°5 : scope

- La pompe à perfusion ou pousse-seringue
Elle permet l'administration de médicaments par voie parentérale (injection). Elle émet une alarme sonore.
- La pompe d'alimentation
Elle permet l'administration de nutriments par sonde par voie digestive (voie entérale : sonde gastrique). Elle émet une alarme sonore.
Les pompes sont de la marque « Fresenius Vial ».

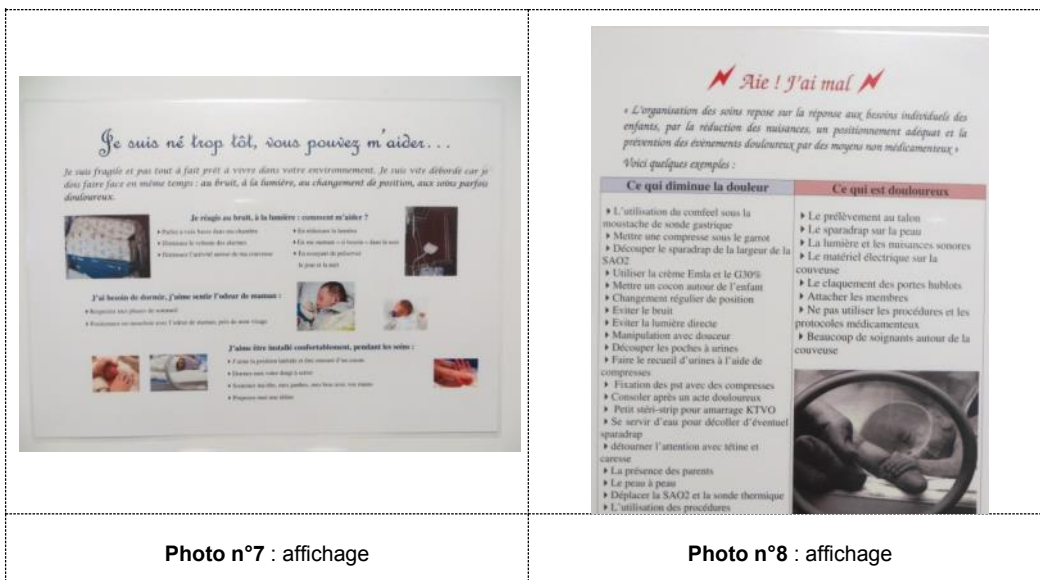


Photo n°6 : différentes pompes

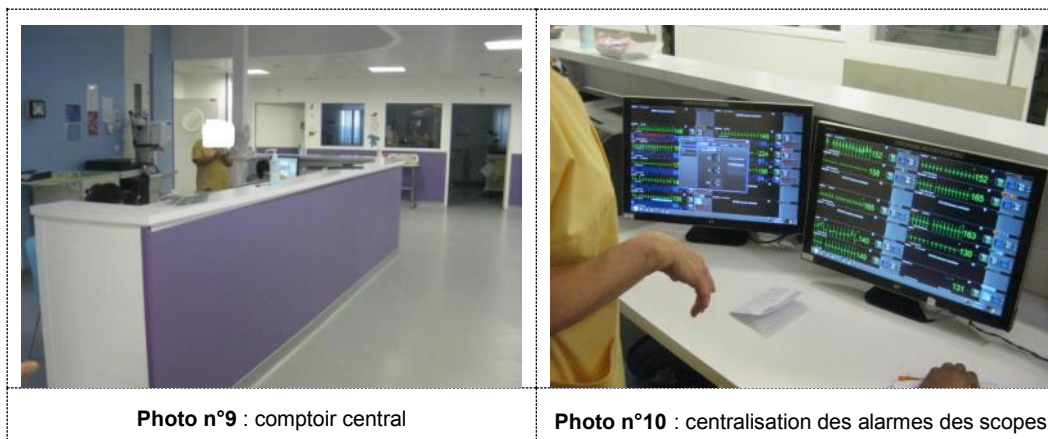
3. Sensibilisation au bruit

L'ensemble du personnel a déjà été sensibilisé au bruit dans le service.

De plus des panneaux avec des informations sur l'environnement du nouveau-né prématuré et notamment sa sensibilité au bruit sont affichés dans le service.



Toutes les alarmes sonores des scopes sont centralisées au niveau des comptoirs de soins où deux ordinateurs recensent des alarmes visuelles et sonores pour chaque chambre.



B. Méthodologie

1. Matériel sonométrique

Les mesures ont été effectuées avec deux sonomètres de type FUSION (fabricant 01DB). Les appareils ont été positionnés de façon à ne pas gêner l'intervention de l'équipe soignante.

2. Positionnement des sonomètres

Les mesures ont été effectuées d'abord dans une chambre triple, puis le lendemain dans une chambre simple (chambres grisées sur le plan ci-dessous).

Dans chaque chambre, deux sonomètres sur trépied ont été installés :

- un premier sonomètre avec micro intégré mesure le bruit ambiant dans la chambre,
- un deuxième sonomètre avec micro déporté, mesure le bruit à l'intérieur d'un incubateur occupé.

Plan du service de réanimation néonatale

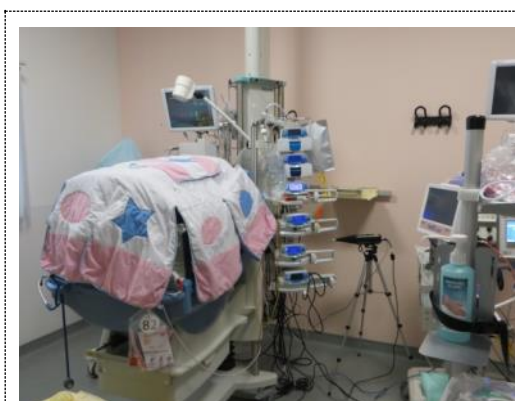
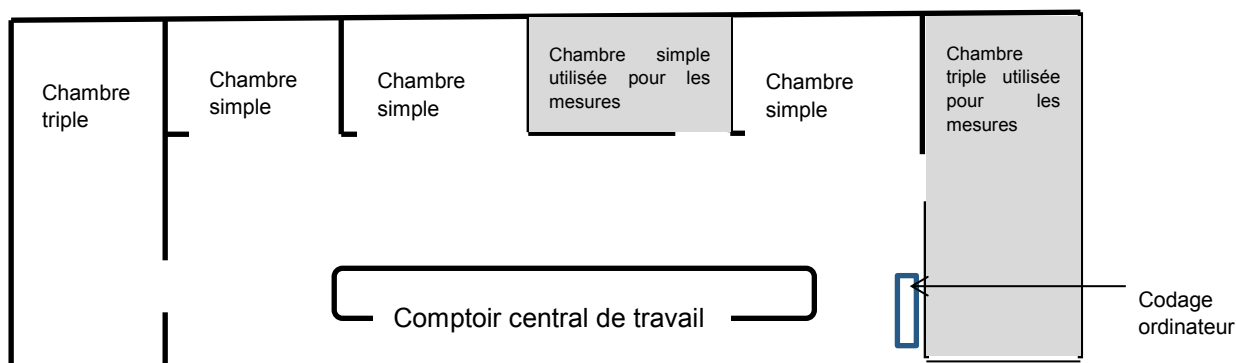


Photo n°11 : chambre triple : micro déporté dans l'incubateur gauche



Photo n°12 : chambre triple : positionnement du micro dans l'incubateur gauche



Photo n°13 : chambre triple : vue de l'incubateur droit et du sonomètre « ambiant »



Photo n°14 : positionnement de l'ordinateur



Photo n°15 : chambre simple : sonomètre « ambiant » et sonomètre avec micro déporté



Photo n°16 : chambre simple : positionnement du micro dans l'incubateur

3. Codage des mesures

Les mesures ont été réalisées, sur une période de 24 heures dans chaque chambre.

Deux agents de la délégation départementale (DD93) de l'ARS se sont relayés au sein du service de réanimation néonatale de l'établissement pour effectuer les mesures sonométriques. Les codages des bruits extérieurs ont été effectués uniquement en période diurne. Le matériel a été laissé pour un simple enregistrement en période nocturne.

Ces mesures ont permis :

- La comparaison dans une chambre entre le bruit dans l'incubateur et le bruit ambiant,
- La comparaison entre deux chambres : une chambre triple où deux incubateurs sont occupés et une chambre simple,
- La comparaison entre les valeurs diurnes et nocturnes.

4. Informations complémentaires

a. Fonctionnement du respirateur dans chaque incubateur

Dans chaque incubateur où les sonomètres ont été placés, les nouveau-nés prématurés (nés respectivement à 29 semaines et 24 semaines et 5 jours, avec 17 jours de vie pour l'un et 21 jours de vie pour l'autre), étaient intubés (assistance respiratoire du respirateur).

Dans la chambre triple, le silencieux du respirateur de la couveuse droite est cassé, ce qui entraîne un bruit ambiant très important par rapport à la chambre simple.

b. Caractéristiques des portes

Les portes des chambres sont coulissantes et anti-bruit. Cependant elles ne sont jamais complètement fermées car les poignées sont peu ergonomiques et ces portes sont très lourdes à rouvrir.

Les portes sont donc restées entrouvertes, comme d'habitude, pendant l'ensemble des mesures sonométriques.



Photo n°17 : porte d'une chambre

C. Résultats

1. Principe

Pour chaque chambre, les résultats sont détaillés avec une courbe de niveaux sonores (décibels en fonction du temps) et des valeurs LAeq, LAmin et LAmx en considérant la mesure globale sur la journée, puis le détail pour le jour en considérant les horaires de l'équipe de jour, puis la nuit selon les horaires de l'équipe de nuit.

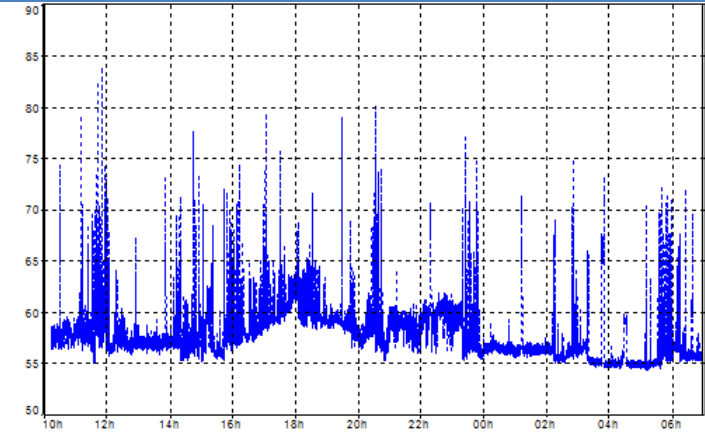
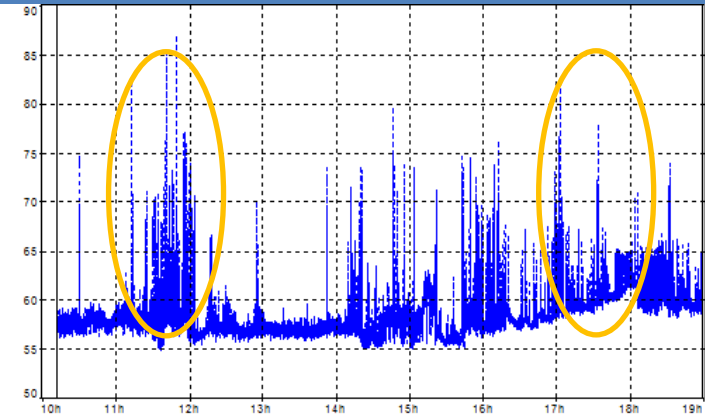
Les résultats sont présentés pour l'incubateur, puis pour l'ambiance de la chambre.

Les résultats de la chambre triple s'affichent en bleu et ceux de la chambre simple s'affichent en vert.

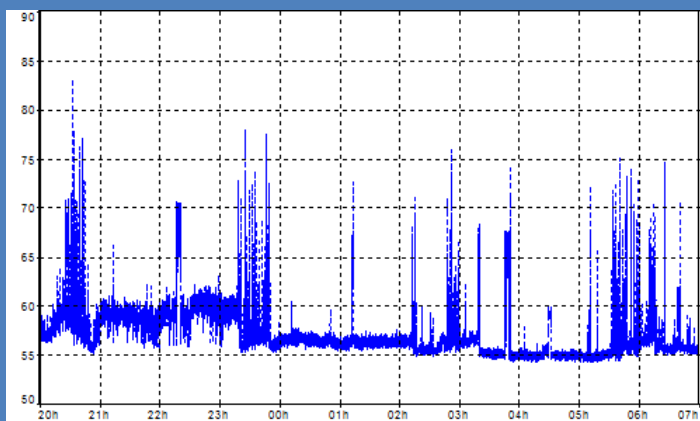
Dans la chambre triple, le micro de l'incubateur a été déplacé lors du changement des draps (les données correspondent au pic supérieur à 85dB). De même, dans la chambre simple, le micro de l'incubateur a été déplacé lors de la pesée du nouveau-né prématuré. Pendant ces périodes, les données mesurées n'ont pas été prises en compte pour le calcul du LAeq.

2. Mesures au sein de la chambre triple

a. Mesures au sein de l'incubateur dans la chambre triple

Chambre triple : mesures au sein de l'incubateur			
Courbe de niveaux sonores	LAeq (dBA)	LAmin (dBA)	LAmax (dBA)
Résultats globaux			
	58,7	54,2	83
Résultats en journée sur la période de l'équipe de jour			
	59,2	54,8	82,2

Résultats la nuit sur la période de l'équipe de nuit



58,3

54,2

83

b. Mesures de l'ambiance globale de la chambre triple

Chambre triple : mesures de l'ambiance globale

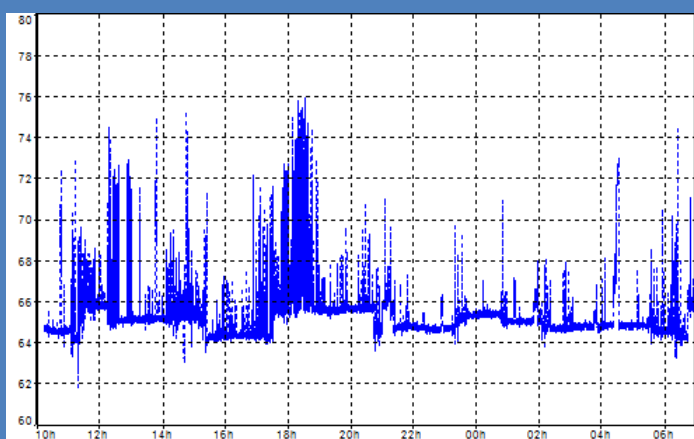
Courbe de niveaux sonores

LAeq
(dBA)

L_{Amin}
(dBA)

L_{Amax}
(dBA)

Résultats globaux

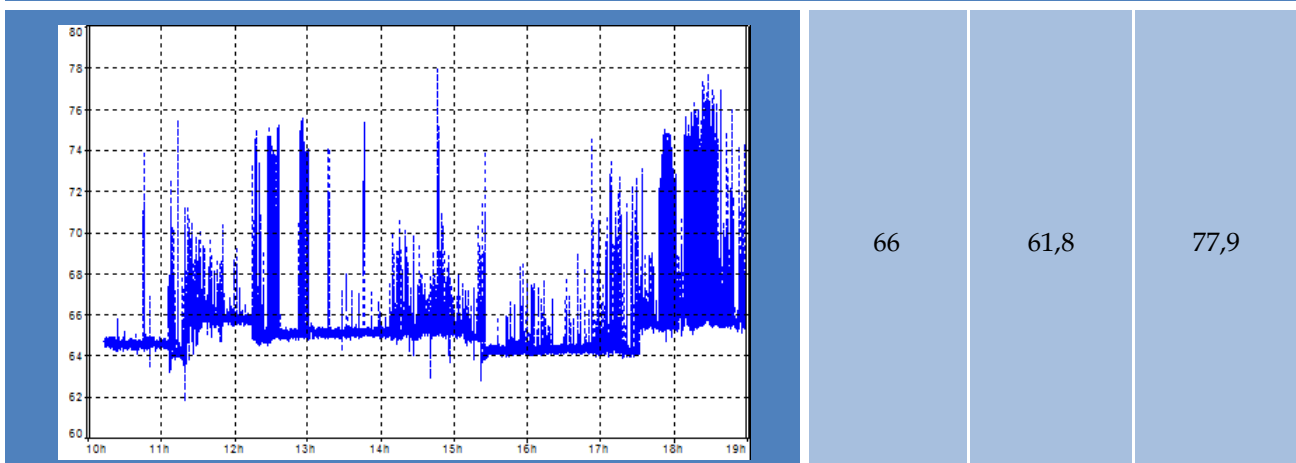


65,5

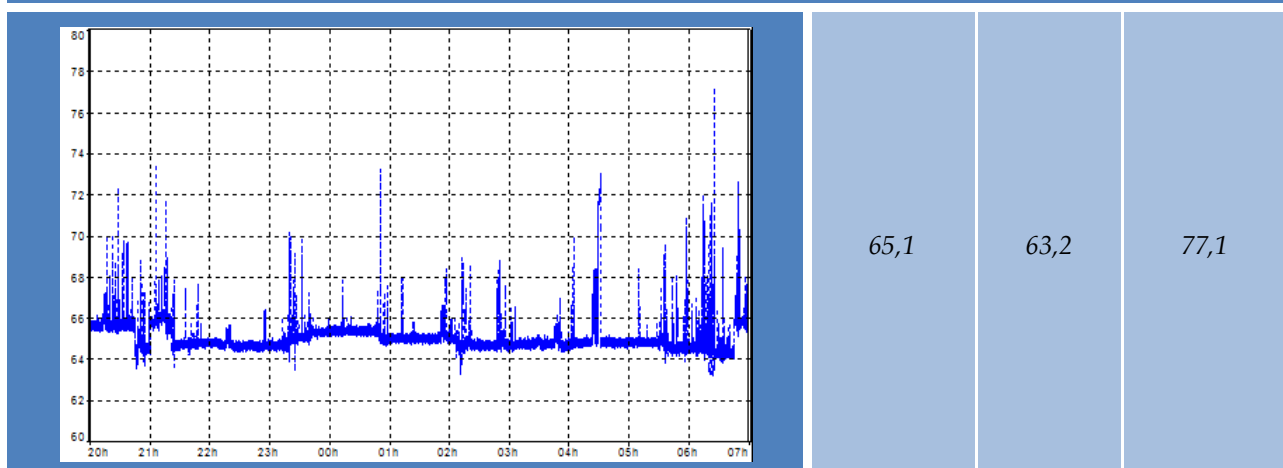
61,8

77,9

Résultats en journée sur la période de l'équipe de jour



Résultats la nuit sur la période de l'équipe de nuit



c. Description des courbes diurnes de niveaux sonores au sein de l'incubateur dans la chambre triple

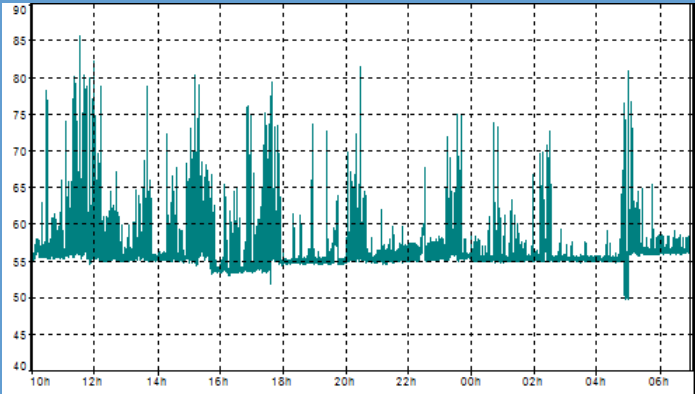
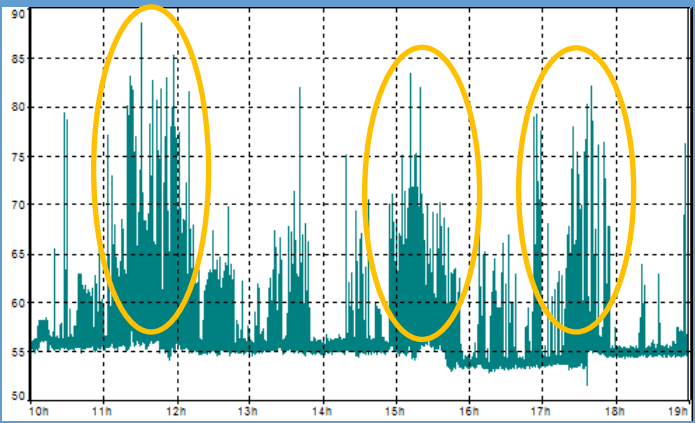
Sur la courbe diurne de niveaux sonores au sein de l'incubateur dans la chambre triple, au chapitre C.2.a, deux moments où les niveaux sonores s'élèvent fortement ont été entourés par des ellipses de couleur orange.

La première ellipse orange, située entre 11h et 12h, correspond à une période où les interventions du personnel soignant dans la chambre ont été nombreuses. De plus des alarmes se sont souvent déclenchées que ce soit pour l'incubateur droit ou gauche. L'incubateur gauche, où se trouvait le sonomètre, a été ouvert brièvement vers 11h 15, puis des soins continus ont été effectués avec l'incubateur ouvert de 11h 40 à 12h. En parallèle, des soins étaient aussi prodigués au niveau de l'incubateur droit.

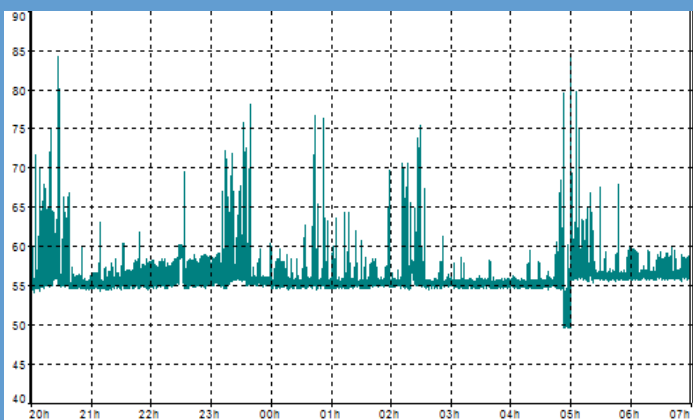
La deuxième ellipse orange, située entre 17h et 18h, correspond à une période où l'incubateur gauche a été ouvert pour des soins avec la présence de plusieurs soignants. Plusieurs alarmes se sont également déclenchées à partir de 17h 30.

3. Mesures au sein de la chambre simple

a. Mesures au sein de l'incubateur dans la chambre simple

Chambre simple : mesures au sein de l'incubateur			
Courbe de niveaux sonores	LAeq (dBA)	LAmin (dBA)	LAmx (dBA)
Résultats globaux			
	56,4	49,5	84,3
Résultats en journée sur la période de l'équipe de jour			
	59	51,4	88,6

Résultats la nuit sur la période de l'équipe de nuit



56,4

49,5

84,3

b. Mesures de l'ambiance globale de la chambre simple

Chambre simple : mesures de l'ambiance globale

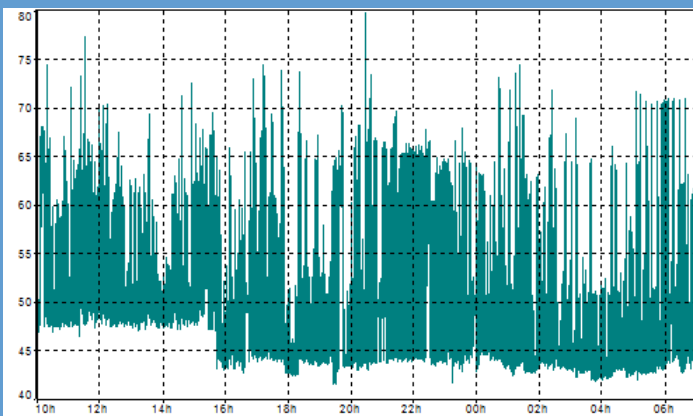
Courbe de niveaux sonores

LAeq
(dBA)

LAmin
(dBA)

LAmx
(dBA)

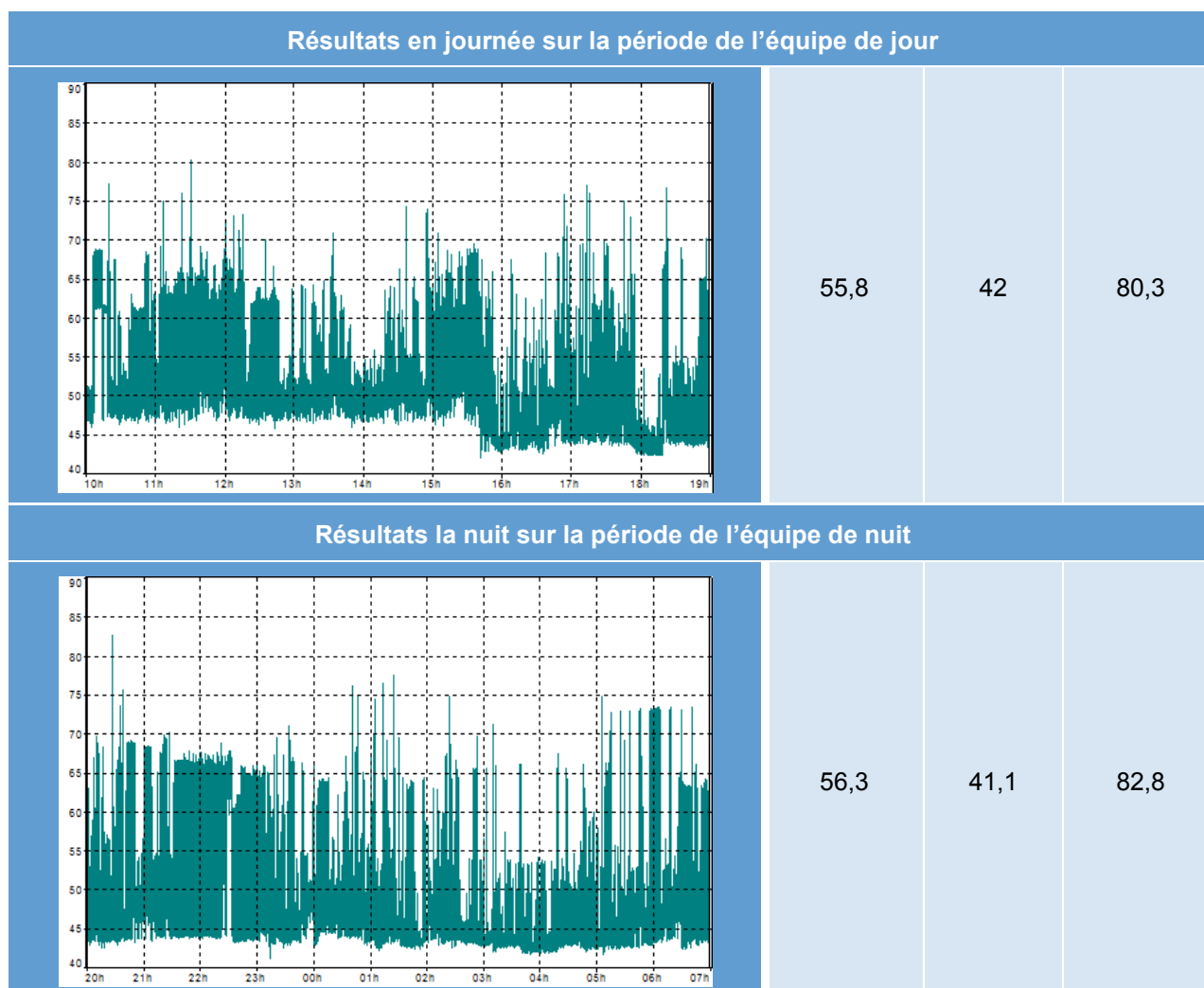
Résultats globaux



56,2

41,1

82,8



c. Description des courbes diurnes et nocturnes de niveaux sonores au sein de l'incubateur dans la chambre simple

Sur la courbe diurne de niveaux sonores au sein de l'incubateur dans la chambre simple, au chapitre C.3.a, trois moments où les niveaux sonores s'élèvent fortement ont été entourés par des ellipses de couleur orange.

La première ellipse orange, située entre 11h et 12h, correspond au traitement d'une urgence vitale avec alarme, présence de nombreux soignants près de la couveuse en position ouverte et interventions sur le nouveau-né.

La deuxième ellipse orange, située entre 14h 50 et 15h 50, correspond à des soins donnés au nouveau-né, puis à la présence de plusieurs membres de la famille du nouveau-né. L'incubateur qui était ouvert a ensuite été fermé à 15h 48 et rouvert à 16h 10. Pendant cette brève période, par observation de la courbe, on constate une forte diminution du bruit au sein de l'incubateur.

La troisième ellipse orange, située entre 17h 20 et 18h, correspond à des soins donnés au nouveau-né et le déclenchement de plusieurs alarmes. L'incubateur, ouvert et fermé plusieurs fois, pendant cette période, a été refermé à 17h 55. Par observation de la courbe, on constate à nouveau une chute du niveau sonore au sein de l'incubateur à partir de cette fermeture.

4. Synthèse des résultats par période

a. Mesures sur la période de l'équipe de jour

	Résultats en journée sur la période de l'équipe de jour			
	Chambre triple		Chambre simple	
	Niveau sonore d'ambiance	Niveau sonore dans l'incubateur	Niveau sonore d'ambiance	Niveau sonore dans l'incubateur
LAeq (dBA)	66	59,2	55,8	59
LAmin (dBA)	61,8	54,8	42	51,4
LAmx (dBA)	77,9	82,2	80,3	88,6
L10 (dBA)	66,4	60,8	59,6	59,4

b. Mesures sur la période de l'équipe de nuit

	Résultats la nuit sur la période de l'équipe de nuit			
	Chambre triple		Chambre simple	
	Niveau sonore d'ambiance	Niveau sonore dans l'incubateur	Niveau sonore d'ambiance	Niveau sonore dans l'incubateur
LAeq (dBA)	65,1	58,3	56,3	56,4
LAmin (dBA)	63,2	54,2	41,1	49,5
LAmx (dBA)	77,1	83	82,8	84,3
L10 (dBA)	65,6	59,6	60,7	56,6

D. Discussions des résultats

1. Analyse des données

a. Comparaison avec les valeurs de références

D'une manière générale, les niveaux sonores moyens (LAeq) au sein de l'incubateur sont supérieurs aux valeurs guides édictées aux États-Unis, de l'ordre de 11 à 14 dBA.

De même, les niveaux sonores moyens (LAeq) au sein des chambres sont supérieurs aux valeurs guides internationales (OMS), de l'ordre de 20 à 31 dBA.

b. Comparaison entre la chambre triple et la chambre simple

Le codage effectué la journée permet une certaine interprétation des résultats de jour.

Concernant l'ambiance, le niveau sonore moyen et le niveau sonore minimum de la chambre triple sont supérieurs à ceux de la chambre simple. En effet, un bruit de fond constant était nettement perceptible, dans la chambre triple, du fait de la défaillance du silencieux du respirateur utilisé pour un des incubateurs.

Par contre, le niveau sonore maximum de la chambre triple est inférieur à celui de la chambre simple. Cette valeur élevée dans la chambre simple est due au traitement d'une urgence vitale.

c. Comparaison dans une chambre entre le bruit dans l'incubateur et le bruit ambiant

Dans la chambre simple, le niveau sonore dans l'incubateur est supérieur au niveau sonore d'ambiance. Ce niveau sonore est généré par le bruit de l'incubateur et du respirateur. En effet, même si le bruit d'ambiance de la chambre est faible, sans alarme et sans intervention humaine, il existe toujours un bruit de fond dans l'incubateur supérieur à ce bruit d'ambiance.

Dans la chambre triple, le niveau sonore moyen dans l'incubateur est inférieur au niveau sonore d'ambiance. Ce niveau sonore moyen est quasi-équivalent à celui dans l'incubateur de la chambre simple ; il s'agit du bruit constant des appareils (incubateur, respirateur). L'incubateur, en position fermé, agit comme une protection sonore vis-à-vis du nouveau-né prématuré face au bruit d'ambiance élevé.

Les niveaux sonores les plus importants, au sein de l'incubateur, apparaissent quand l'incubateur est ouvert, qu'il s'agisse de soins seuls, de discussions, de soins combinés avec des alarmes. Ainsi, au chapitre C.3.a, la courbe de niveaux sonores au sein de l'incubateur de la chambre simple, en journée, présente trois zones distinctes, délimitées par des ellipses de couleur orange.

Il s'agit d'interventions (soins et discussions) dans la chambre avec ouverture de l'incubateur : urgence vitale en matinée, soins de kinésithérapie et visite de la famille en milieu d'après-midi et autres soins en fin d'après-midi.

De même, au chapitre C.2.a, les variations de la courbe de niveaux sonores au sein de l'incubateur de la chambre triple, en journée, sont dues à l'ouverture de l'incubateur. Ainsi il apparaît nécessaire de diminuer le bruit ambiant d'une chambre avec notamment la diminution de son taux d'occupation.

Même si les portes des chambres étaient entrouvertes, il n'a pas été constaté que les bruits au niveau du comptoir central (téléphone, alarmes centralisées...) entraînaient une variation du niveau sonore de l'incubateur en position fermée.

d. Comparaison entre les valeurs diurnes et nocturnes

Globalement, les valeurs nocturnes moyennes (LAeq nuit) sont inférieures aux valeurs diurnes dans chaque chambre et dans chaque incubateur.

2. Limites des résultats

a. Matériel

Dans la chambre triple, le silencieux du respirateur était défectueux, ce qui n'était pas le cas dans la chambre simple. Les situations n'étaient donc pas similaires au sein des deux chambres.

b. Fonctionnement inusuel du service

Il est à noter que le nettoyage avec la laveuse de sol n'a pas été effectué durant les deux jours d'enregistrement des données sonométriques.

c. Codage

Le codage a été effectué de jour par deux agents de la DD 93 de l'ARS, cependant ces agents, placés dans le couloir attenant aux chambres, n'avaient pas toujours une bonne visibilité sur l'ouverture et la fermeture de chaque incubateur.

Aucun codage n'a été effectué en période nocturne, de ce fait aucune explication ne peut être fournie sur l'interprétation des courbes de niveaux sonores en période nocturne.



iledefrance.ars.sante.fr



[@ars_idf](https://twitter.com/ars_idf)