

DOSSIER D'ETUDE PREALABLE AU CAS PAR CAS  
15 FEVRIER 2017



Annexe 1  
Etude d'Impact Acoustique



**C H U D E M O N T P E L L I E R**

**H É L I S T A T I O N**

**Étude de l'impact sonore de l'hélistation existante et projetée**

**Rapport d'étude**

**NOS REF : r1612001c-tl1.odt**

**N° affaire : 2016-036a-tl1**

Labège, le 15 février 2017

---

**GROUPE GAMBA**  
une filiale de GAMBA INTERNATIONAL

**Nos agences**

Angers  
Fort de France  
Garges-Lès-Gonesse  
Labège  
Marseille

Rodez  
Saint-Denis  
Toulouse  
Villejust

**Siège social**

163 rue du Colombier  
31670 LABÈGE  
Tél : +33 (0)5 62 24 36 76

SAS au capital de 320 520 €  
Code APE 7112 B  
SIRET 450 059 001 000 21

[contact@acoustique-gamba.fr](mailto:contact@acoustique-gamba.fr)

<http://www.gamba-acoustique.fr>

# SOMMAIRE

<b>1. PRÉAMBULE</b> .....	<b>3</b>
<b>2. RAPPEL RÉGLEMENTAIRE</b> .....	<b>3</b>
<b>3. CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT SONORE EXISTANT</b> .....	<b>5</b>
3.1. Emplacement des points de mesure.....	5
3.2. Mesures des niveaux sonores résiduel (en l'absence de vol d'hélicoptère).....	6
3.2.1. Conditions de mesure.....	6
3.2.2. Date des mesures.....	7
3.2.3. Conditions météorologiques.....	7
3.2.4. Niveaux sonores résiduels.....	7
<b>4. ÉTUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE DES HÉLISTATIONS EXISTANTE ET FUTURE SUR LE VOISINAGE</b> .....	<b>8</b>
4.1. Étude de l'impact acoustique de l'hélistation existante.....	8
4.1.1. Modélisation .....	8
4.1.2. Puissance acoustique de l'hélicoptère.....	9
4.1.3. Niveaux sonores particuliers.....	9
4.1.4. Niveaux sonores ambiants.....	11
4.1.5. Émergences sonores.....	12
4.1.5.1. Émergence instantanée.....	12
4.1.5.2. Émergence sur les périodes 7h-22h et 22h-7h.....	12
4.1.6. Comparaison aux recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.....	13
4.2. Étude de l'impact acoustique de la future hélistation .....	14
4.2.1. Modélisation .....	14
4.2.2. Puissance acoustique de l'hélicoptère.....	15
4.2.3. Niveaux sonores particuliers.....	15
4.2.4. Niveaux sonores ambiants.....	17
4.2.5. Émergences sonores.....	18
4.2.5.1. Émergence instantanée.....	18
4.2.5.2. Émergence sur les périodes 7h-22h et 22h-7h.....	18
4.2.6. Comparaison aux recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.....	19
<b>5. CONCLUSION</b> .....	<b>20</b>
<b>ANNEXE 1 : CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES</b> .....	<b>21</b>
<b>ANNEXE 2 : RÉSULTATS DE MESURES</b> .....	<b>23</b>
<b>ANNEXE 3 : HAUTEURS DE POSITIONNEMENT DES SOURCES</b> .....	<b>28</b>
<b>ANNEXE 4 : DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE D'UN HÉLIPTÈRE</b> .....	<b>30</b>

## 1. Préambule

Dans le cadre de l'implantation d'une nouvelle hélistation sur le site du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Lapeyronie à Montpellier, GAMBAC Acoustique a réalisé l'étude de l'impact des nuisances sonores de l'hélistation existante et de l'hélistation projetée.

La méthodologie de l'étude d'impact des deux hélistations (existante et projetée) est définie comme suit :

- La première phase consiste à mesurer aux 4 points d'analyse les niveaux sonores résiduels (niveaux sonores en l'absence de vol d'hélicoptère).
- La seconde phase consiste à modéliser l'implantation des hélistations (existante et projetée) dans la zone définie et d'en extraire les niveaux sonores particuliers des passages d'hélicoptères sur les 4 points d'analyse correspondants aux points de mesures.
- La troisième phase consiste à recalculer les niveaux sonores ambiants LAeq/Lden à l'aide des données recueillies lors des phases précédentes ainsi que les hypothèses de trafic prévues et d'en déterminer les émergences.

Ce rapport présente les résultats de cette étude.

## 2. Rappel réglementaire

**L'arrêté du 6 Mai 1995 (chapitre II § 8,3)** demande la réalisation d'une note précisant

l'impact de l'hélistation sur l'environnement en matière de nuisance sonore et contenant :

- l'état des niveaux sonores avant la mise en place de l'hélistation ;
- un état prévisionnel à terme des mouvements journaliers d'hélicoptères ;
- l'hélicoptère de référence pourvu d'un certificat de limitation de nuisances et les niveaux sonores prévisibles autour de l'hélistation, au cours des manœuvres liées à l'atterrissage et au décollage.

Aucun niveau sonore seuil n'étant imposé, nous guiderons notre analyse aux travers des réglementation et recommandations suivantes :

**Bruit de voisinage – Art. R. 1334 – 33 du code de la santé public** – L'émergence globale dans un lieu donné est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et celui du niveau de bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause. Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 dB(A) en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et de 3 dB(A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif, fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier.

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier, T	Terme correctif en décibels A
T ≤ 1 min	6
1 min < T ≤ 5 min	5
5 min < T ≤ 20 min	4
20 min < T ≤ 2 heures	3
2 heures < T ≤ 4 heures	2
4 heures < T ≤ 8 heures	1
T > 8 heures	0

**Décret n°2010-1226 du 20 octobre 2010 portant sur la limitation du trafic des hélicoptères dans les zones à forte densité de population**

**Art. R. 571-31-3** – Durant la phase d'approche, l'atterrissage et le décollage au départ ou à destination des aérodromes situés dans les zones définies à l'article R. 571-31-2, les équipages sont tenus de respecter les procédures de conduite à moindre bruit définies dans le manuel de vol ou d'exploitation de leur aéronef.

Le **Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France** préconise :

- pour évaluer et gérer la gêne liée au bruit des infrastructures aéroportuaires d'utiliser l'indice Lden et de ne pas dépasser, en façade des habitations, un niveau Lden de 60dB(A), toutes sources confondues ;
- pour évaluer et gérer la perturbation du sommeil par le bruit des infrastructures aéroportuaires, d'introduire dans la réglementation un indice événementiel, le LAmax (LAeq intégré sur 1 seconde) et de respecter pendant la période 22h-6h en façade des habitations, les critères suivants, correspondants aux recommandations de l'OMS en prenant en compte un isolement de façade de 25dB(A) :
  - ✓ LAeq < 55dB(A) (toutes sources confondues) ;
  - ✓ moins de 10 événements sonores, toutes sources confondues, avec un LAmax > 70 dB(A).

### 3. Caractérisation de l'état sonore existant

#### 3.1. Emplacement des points de mesure

L'environnement sonore de la zone de l'hélistation existante et de la future hélistation est essentiellement impacté par le bruit des voies de transport terrestre situées aux alentours.

Les planches suivantes positionnent les points de mesure et les cônes d'envol, pour l'hélistation existante et la future hélistation.

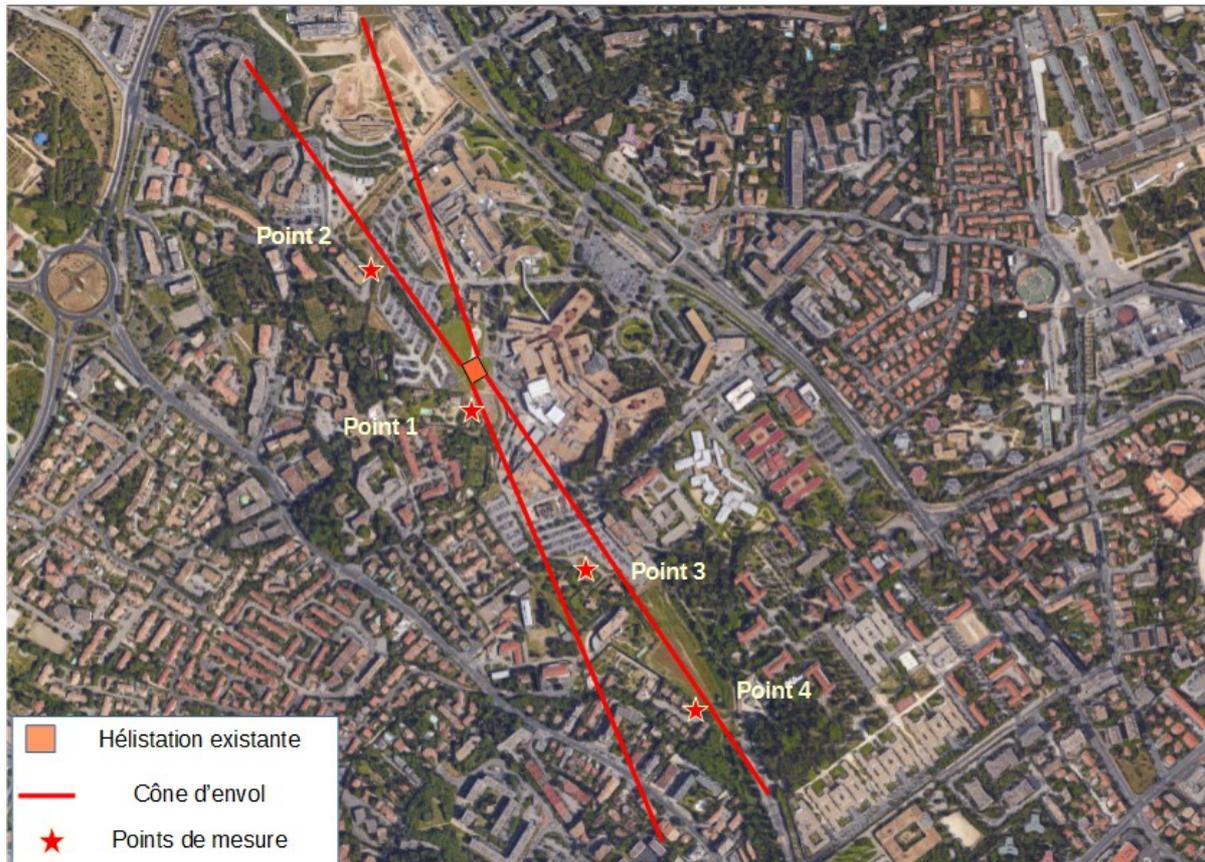


Illustration 1: Plan de situation et points de mesure de l'hélistation existante

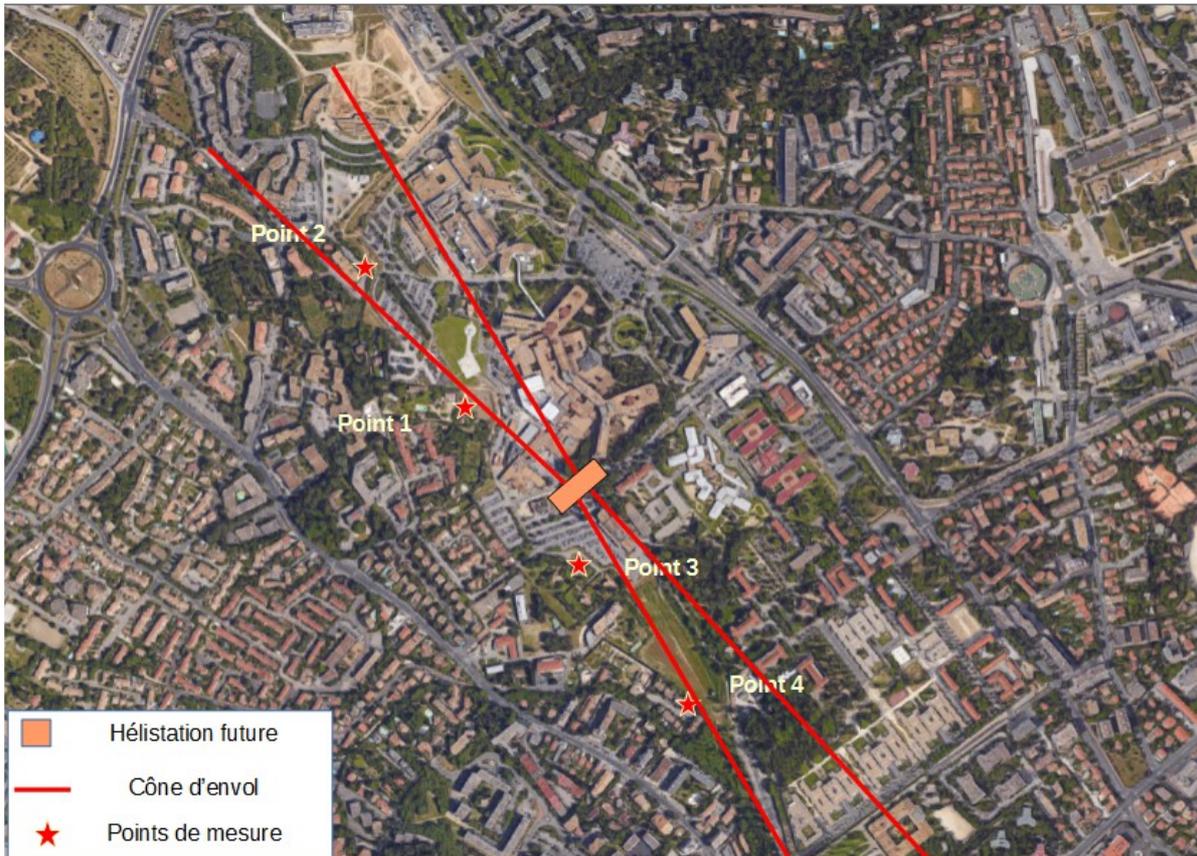


Illustration 2: Plan de situation et points de mesure de l'hélistation future

Les points ont été positionnés à l'endroit de bâtiments jugés sensibles par l'impact acoustique des hélistations existante et future.

Les 4 points sont positionnés à 1m20 du sol.

## 3.2. Mesures des niveaux sonores résiduel (en l'absence de vol d'hélicoptère)

### 3.2.1. Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées conformément à la norme NFS 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement.

Matériel utilisé :

- 4 Sonomètre SOLO de classe 1 de 01dB ;
- Logiciel de dépouillement et d'analyse dBTRAIT32 de 01dB ;
- 1 calibreur CAL21 de classe 1 de 01dB.

Réglage du sonomètre :

- Pondération A ;
- durée d'intégration : 1s.

### 3.2.2. Date des mesures

Les niveaux sonores résiduels ont été mesurés le 28 novembre 2016 entre 17h30 et 22h00 pour la période 7h-22h et entre 22h et 23h00 pour la période 22h-7h.

### 3.2.3. Conditions météorologiques

Comme le prévoit la norme NFS 31-010, les mesures ont été réalisées selon les conditions suivantes :

- un vent inférieur à 5m/s ;
- absence de précipitation.

Les conditions météorologiques sur les périodes couvrant les mesurages sont reportés sous forme de tableau de données horaires (station de Montpellier) [en annexe 1](#).

### 3.2.4. Niveaux sonores résiduels

Le tableau ci-dessous présente les niveaux sonores résiduels diurnes et nocturnes mesurés arrondis au ½ dB près. Le détail des mesures est reporté [en annexe 2](#).

Niveaux sonores résiduels				
Période	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))
diurne (7h-22h)	52.5	50.5	46.5	46
nocturne (7h-22h)	47	47.5	41.5	43

Tableau 1: Niveaux sonores résiduels

## 4. Étude de l'impact acoustique des hélistations existante et future sur le voisinage

### 4.1. Étude de l'impact acoustique de l'hélistation existante

#### 4.1.1. Modélisation

Une modélisation de la zone incluant l'hélistation existante a été créée à l'aide du logiciel CadnaA XL v4.6.155 pour obtenir les niveaux sonores particuliers (fonctionnement de l'hélicoptère seul) afin de déterminer dans un second temps les niveaux sonores ambiants.

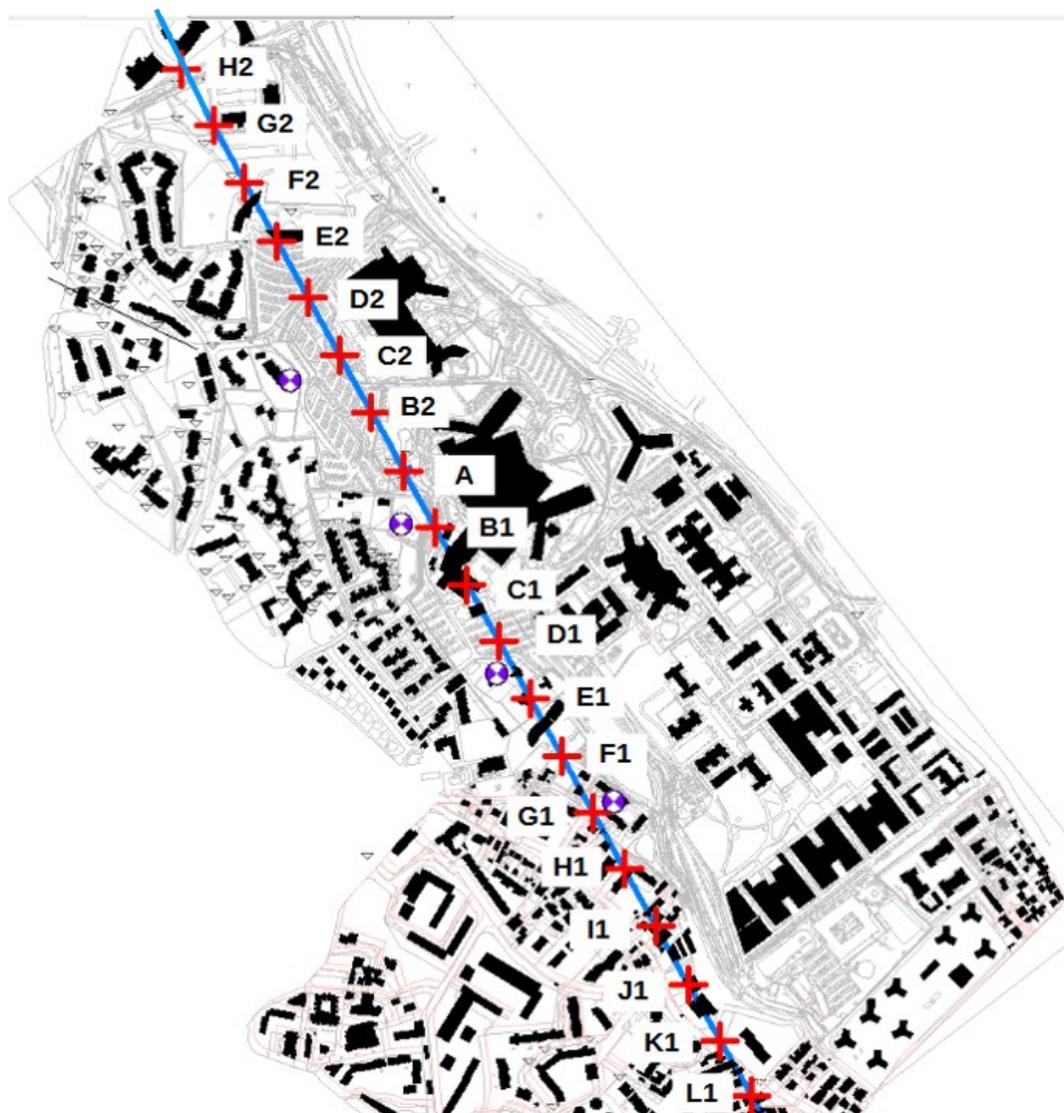


Illustration 3: Modélisation de la zone avec emplacements des sources et points de réception

L'emprise au sol des bâtiments ainsi que l'emplacement exact de l'hélistation a été fourni par le CHU de Montpellier via un plan de masse. La hauteur des bâtiments a été estimée à partir des plans fournis et de Google Earth.

La topographie a été évaluée à partir des observations effectuées sur place ainsi qu'avec l'aide de Google Earth.

Le positionnement de l'hélicoptère est modélisé par une source ponctuelle en 19 points

distincts :

- 1 point au niveau de l'hélistation à 1.2 m du sol,
- 18 points placés tous les 100m de part et d'autre du centre de l'hélistation dans l'axe de chaque cône d'envol de l'appareil,

afin de déterminer les niveaux sonores perçus aux points de réception lors de toute la phase du mouvement de l'hélicoptère. Une moyenne acoustique a ensuite été retenue pour un décollage ou un atterrissage en direction du point de mesure.

Les pentes de montées critiques des hélicoptères considérés sont de 4.5 %. Ainsi les hauteurs des sources ponctuelles considérées dans les simulations ont été déterminées suivant cette pente. Le même profil a été utilisé sur les deux trouées, utilisées à la fois pour des décollages et des atterrissages. Les hauteurs des sources sont reportée [en annexe 3](#).

#### **4.1.2. Puissance acoustique de l'hélicoptère**

Le niveau de puissance acoustique  $L_w$  de l'appareil retenu pour les simulations (EUROCOPTER EC155) est  $L_w = 138.1$  dB(A). Ce dernier a été déterminé à partir des données recueillies auprès d'AIRBUS HELICOPTER ainsi que l'annexe 16 de l'OACI.

Le détail de cette estimation est explicité en [annexe 4](#).

#### **4.1.3. Niveaux sonores particuliers**

Pour chaque point de réception, l'incidence de chaque position de l'appareil est calculée de manière indépendante. Le  $L_{Amax}$  est assimilable avec une précision acceptable au niveau sonore maximum ainsi calculé. Les  $L_{Amax}$  sont surlignés pour chaque points dans le tableau suivant. Celui-ci présente les résultats des niveaux sonores particuliers  $L_{Amax}$  calculés en chacun des 4 points de réception arrondis au dB près ainsi que les  $L_{Aeq, Tp}$ , niveaux sonores sur le temps de passage estimé :

$$L_{Aeq, Tp} = 10 \times \log\left(\left(\frac{1}{T_p}\right) \times \sum t_i \times 10^{L_i/10}\right)$$

où  $T_p$  = temps de passage estimé,

et  $L_i$  = niveaux sonores particuliers pour chaque position de source  $i$ .

Le tableau ci-dessous présente les résultats des niveaux sonores particuliers Lmax calculés en chacun des 4 points de réception :

Niveaux sonores particuliers Pour l'EUROCOPTERE EC155 Lw = 138,1dB(A)				
Position source	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))
A	80.2	72.5	68.4	61.2
B1	94.7	76.4	72.9	65.2
C1	86.5	73.9	78.8	67.3
D1	81.7	71.8	95.2	66.3
E1	78.4	70.1	90.5	75.6
F1	75.8	68.6	82.4	86.2
G1	73.2	67.3	78.1	96.3
H1	71.4	66.1	75.2	81.5
I1	69.8	65	72.9	77
J1	68.8	63.9	69.3	72.7
K1	67.7	63	67	70.5
L1	63.7	62.2	65.2	68.8
B2	75.6	87.3	68.4	62.3
C2	72.1	90.5	66.6	62.9
D2	69.3	86.9	65.3	64.2
E2	67.2	79.9	64	55.2
F2	65.4	76.5	63	54.6
G2	62.8	74	62	54.1
H2	61.2	71.9	60.3	53.5
Moyenne	85.0	84.7	86.1	86.2

Tableau 2 : Niveaux sonores calculés pour un passage de l'EUROCOPTER EC 155 pour chaque position de l'hélicoptère

Ces niveaux sonores représentent le bruit d'une intervention d'un hélicoptère (décollage, survol, atterrissage) d'une durée de 8 minutes (données issues de mesures réalisées sur une hélisation basée à Angers) soit le niveau sonore maximum Lmax. On peut noter qu'ils sont relativement importants en tout point.

Il convient de déterminer le temps total d'intervention sur la journée pour en déduire un niveau sonore équivalent LAeq sur chacune des périodes diurne (7h-22h) et nocturne (22h-7h).

Les trafics fournis par le CHU de Montpellier pour l'état projeté sont également utilisés pour l'état existant. Ils sont les suivants :

- EUROCOPTER EC155 : 900 mouvements par an avec un pic de 6 mouvements sur 24h sachant qu'un mouvement correspond à un décollage et un atterrissage.

Nous faisons les hypothèses suivantes (trafic maximum) :

- les vols se feront à 50% côté Nord Ouest et 50% côté Sud Est
- 5 mouvements pendant la période 7h-22h avec 5 atterrissage côté Nord Ouest et 5 décollage côté Sud Est ,
- 1 mouvement pendant la période nocturne : 1 atterrissage côté Nord Ouest et 1 décollage côté Sud Est

Soit des temps de passage journaliers de :

- 2400 secondes pour la période 7h-22h (5\*8minutes),
- 480 secondes pour la période 22h-7h (1\*8minutes).

Le tableau suivant présente les niveaux sonores particuliers répartis par période en fonction du trafic prévu arrondis au ½ dB près :

Niveaux sonores particulier fonction du trafic							
Période	Appareil	Temps de passage total (secondes)	Temps total (secondes)	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))
diurne (7h-22h)	EUROCOPTER EC155	2400	54000	69.5	67.5	70.5	70.5
nocturne (22h-7h)		480	32400	64.5	62.5	65.5	65.5

Tableau 3: Niveaux sonores particuliers par période en fonction du trafic prévu

L'indicateur  $L_{Aeq_{7h-22h}}$  correspond ici à la contribution du trafic hélicoptères intégré sur toute la période 7h – 22h et 22h-7h. Compte tenu du faible nombre de mouvements dans une journée, cet indicateur est très mal corrélé à l'éventuelle perception de gêne.

#### 4.1.4. Niveaux sonores ambiants

Le niveau sonore ambiant est la sommation acoustique (noté avec une signe plus entouré ci-dessous) du niveau sonore résiduel et du niveau sonore particulier :

➤  $L_{Aeq} \text{ Ambiant} = L_{Aeq} \text{ résiduel} \oplus L_{Aeq} \text{ particulier}$ .

Pour l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement, la directive européenne n° 2002/49/CE du 25 juin 2002 stipule d'utiliser l'indice  $L_{den}$  recommandé pour tous les modes de transports à l'échelle européenne. Il reprend les niveaux jour/soir/nuit (day/evening/night) en y appliquant des pénalités de 5 pour la période soir et 10 pour la période nuit. L'indice  $L_{den}$  est calculé de la manière suivante :

$$L_{den} = 10 \log \left( \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}}}{24} \right)$$

Afin de pouvoir calculer les indicateurs européens, nous prendrons comme hypothèse :  $L_{day} = L_{evening}$ .

Le tableau ci-dessous présente les niveaux sonores ambiants au passage de l'hélicoptère, les niveaux sonores ambiants équivalents sur les périodes 7h-22h et 22h-7h, et le  $L_{den}$  en chacun des points arrondis au dB près :

Niveaux sonores ambiants					
Période	Indicateur	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))
Période 7h-22h	$L_{amb} \text{ max} = L_{Amax} \oplus L_{res}$	94.5	90.5	95	96.5
	$L_{amb} \text{ eq} = L_{Aeq_{7h-22h}} \oplus L_{res}$	69.5	67.5	70.5	70.5
Période 22h-7h	$L_{amb} \text{ max} = L_{Amax} \oplus L_{res}$	94.5	90.5	95	96.5
	$L_{amb} \text{ eq} = L_{Aeq_{22h-7h}} \oplus L_{res}$	65	63	65.5	65.5
sur 24h	$L_{den}$	70	68	70.5	70.5

Tableau 4: Niveaux sonores ambiants, équivalents pour les périodes 7h-22h et 22h-7h et  $L_{den}$

## 4.1.5. Émergences sonores

### 4.1.5.1. Émergence instantanée

Le tableau ci-dessous présente les émergences au passage de l'appareil au dessus des points de mesures. Elles sont donc représentatives de la perception instantanée du bruit :

Émergence					
Indicateur	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))	Émergence admissible
E= Lamb max-Lres <sub>7h-22h</sub>	42.2	40.0	48.7	50.3	8
E= Lamb max- Lres <sub>22h-7h</sub>	47.7	43.0	54.2	53.3	7

Tableau 5: Émergences sonores instantanée au passage de l'hélicoptère

**L'émergence instantanée calculée ici traduit une audibilité très marquée au passage de l'hélicoptère.**

### 4.1.5.2. Émergence sur les périodes 7h-22h et 22h-7h

Le tableau suivant présente les émergences sur la période aux 4 points ainsi qu'à titre indicatif l'émergence admissible par la réglementation du bruit de voisinage citée au paragraphe 2 :

*Note :* L'émergence réglementaire maximum admissible sur la période diurne 7h – 22h et 22h-7h est respectivement de 5 et 3 dB(A). Un terme correctif est appliqué en fonction du temps d'apparition de l'événement. (cf tableau page 3)

Émergence					
Indicateur	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))	Émergence admissible
Période 7h-22h	17.0	16.9	23.8	24.4	8
Période 22h-7h	17.7	15.2	24.6	22.7	7

Tableau 6: Émergences sonores sur les période 7h - 22h et 22h-7h

**L'émergence sur la période est supérieure à la valeur limite du décret bruit de voisinage, mais, comme indiqué au paragraphe 4.3.3, cet indicateur n'est pas représentatif de l'éventuelle gêne ressentie.**

#### 4.1.6. Comparaison aux recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

Le tableau suivant compare les seuils de recommandation du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France aux valeurs présentées dans les chapitres précédents :

Indicateur	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))	seuils Recommandés
Lden	70.0	67.5	70.5	70.5	60
Leq max <sub>22h-7h</sub> -25	69.5	65.5	70	71.5	55
Nombre d'événements Lamax >70 dB(A)	5				10

Tableau 7: comparaison aux seuils recommandés

Les seuils recommandés :

- ne sont pas respectés pour le niveaux sonore ambiant nuit toute sources confondues et le Lden
- sont respectés pour le nombre d'événements avec LAmix supérieur à 70 dB(A).

## 4.2. Étude de l'impact acoustique de la future hélistation

### 4.2.1. Modélisation

Une modélisation de la zone incluant la future hélistation a été créée à l'aide du logiciel CadnaA XL v4.6.155 pour obtenir les niveaux sonores particuliers (fonctionnement de l'hélicoptère seul) afin de déterminer dans un second temps les niveaux sonores ambiants.



*Illustration 4: Modélisation de la zone avec emplacements des sources et points de réception*

L'emprise au sol des bâtiments ainsi que l'emplacement exact de l'hélistation a été fourni par le groupement de conception-réalisation en charge du projet. La hauteur des bâtiments a été estimée à partir des plans fournis et de Google Earth.

La topographie a été évaluée à partir des observations effectuées sur place ainsi qu'avec l'aide de Google Earth.

Le positionnement de l'hélicoptère est modélisé par une source ponctuelle en 19 points distincts :

- 1 point au niveau de l'hélistation à 1.2 m du sol,
- 18 points placés tous les 100m de part et d'autre du centre de l'hélistation dans l'axe de chaque cône d'envol de l'appareil,

afin de déterminer les niveaux sonores perçus aux points de réception lors de toute la phase du mouvement de l'hélicoptère. Une moyenne acoustique a ensuite été retenue pour un décollage ou un atterrissage en direction du point de mesure.

Les pentes de montées critiques des hélicoptères considérés sont de 4.5 %. Ainsi les hauteurs des sources ponctuelles considérées dans les simulations ont été déterminées suivant cette pente. Le même profil a été utilisé sur les deux trouées, utilisées à la fois pour des décollages et des atterrissages). Les hauteurs des sources sont reportée [en annexe 3](#).

#### **4.2.2. Puissance acoustique de l'hélicoptère**

Le niveau de puissance acoustique  $L_w$  de l'appareil retenu pour les simulations (EUROCOPTER EC155) est  $L_w = 138.1$  dB(A). Ce dernier a été déterminé à partir des données recueillies auprès d'AIRBUS HELICOPTER ainsi que l'annexe 16 de l'OACI.

Le détail de cette détermination est explicité en [annexe 4](#).

#### **4.2.3. Niveaux sonores particuliers**

Pour chaque point de réception, l'incidence de chaque position de l'appareil est calculée de manière indépendante. Le  $L_{Amax}$  est assimilable avec une précision acceptable au niveau sonore maximum ainsi calculé. Les  $L_{Amax}$  sont surlignés pour chaque points dans le tableau suivant. Celui-ci présente les résultats des niveaux sonores particuliers  $L_{Amax}$  calculés en chacun des 4 points de réception arrondis au dB près ainsi que les  $L_{Aeq, Tp}$ , niveaux sonore sur le temps de passage estimé :

$$L_{Aeq, Tp} = 10 \times \log\left(\frac{1}{T_p} \times \sum t_i \times 10^{L_i/10}\right)$$

où  $T_p$  = temps de passage estimé,

et  $L_i$  = niveaux sonores particuliers pour chaque position de source  $i$ .

Le tableau ci-dessous présente les résultats des niveaux sonores particuliers L<sub>max</sub> calculés en chacun des 4 points de réception :

Niveaux sonores particuliers Pour l'EUROCOPTERE EC155 L <sub>w</sub> = 138,1dB(A)				
Position source	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))
A	80.4	74.6	83.2	73.2
B1	76.6	72.7	90.5	81.5
C1	74.3	71.1	84.4	84.7
D1	73.3	69.7	80.6	91.7
E1	74.7	68.4	77.6	90.2
F1	73.2	67.3	75.2	83
G1	71.8	66.2	73.3	79.3
H1	70.6	65.2	71.6	76.6
I1	69.5	64.3	70.2	74.4
J1	66	63.5	67.9	72.6
B2	90.4	76.9	82.1	70.3
C2	92.3	79.8	78.7	68.4
D2	81.6	83.9	76.2	69.5
E2	76.5	90.8	74	66.7
F2	72.9	93.1	72.3	65.7
G2	70.1	85.2	70.7	64.2
H2	68.2	80.6	69.4	63.7
I2	66.6	77.5	68.1	63
J2	64.9	75.1	67	60.7
Moyenne	82.3	83.3	80.8	82.3

Tableau 8 : Niveaux sonores calculés pour un passage de l'EUROCOPTER EC 155 pour chaque position de l'hélicoptère

Ces niveaux sonores représentent le bruit d'une intervention d'un hélicoptère (décollage, survol, atterrissage) d'une durée de 8 minutes (données issues de mesures réalisées sur une hélistation basée à Angers) soit le niveau sonore maximum L<sub>max</sub>. On peut noter qu'ils sont relativement importants en tout point.

Il convient de déterminer le temps total d'intervention sur la journée pour en déduire un niveau sonore équivalent LA<sub>eq</sub> sur chacune des périodes diurne (7h-22h) et nocturne (22h-7h).

Les trafics fournis par le CHU de Montpellier sont les suivants :

- EUROCOPTER EC155 : 900 mouvements par an avec un pic de 6 mouvements sur 24h sachant qu'un mouvement correspond à un décollage et un atterrissage.

Nous faisons les hypothèses suivantes (trafic maximum) :

- les vols se feront à 50% côté Nord Ouest et 50% côté Sud Est
- 5 mouvements pendant la période 7h-22h avec 5 atterrissage côté Nord Ouest et 5 décollage côté Sud Est ,
- 1 mouvement pendant la période nocturne : 1 atterrissage côté Nord Ouest et 1 décollage côté Sud Est

Soit des temps de passage journaliers de :

- 2400 secondes pour la période 7h-22h (5\*8minutes),
- 480 secondes pour la période 22h-7h (1\*8minutes).

Le tableau suivant présente les niveaux sonores particuliers répartis par période en fonction du trafic prévu arrondis au ½ dB près :

Niveaux sonores particulier fonction du trafic							
Période	Appareil	Temps de passage total (secondes)	Temps total (secondes)	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))
diurne (7h-22h)	EUROCOPTER EC155	2400	54000	69.0	70.0	67.0	69.0
nocturne (7h-22h)		480	32400	64.0	65.0	65.0	63.0

Tableau 9: Niveaux sonores particuliers par période en fonction du trafic prévu

L'indicateur  $L_{Aeq_{7h-22h}}$  correspond ici à la contribution du trafic hélicoptères intégré sur toute la période 7h – 22h et 22h-7h. Compte tenu du faible nombre de mouvements dans une journée, cet indicateur est très mal corrélé à l'éventuelle perception de gêne.

#### 4.2.4. Niveaux sonores ambiants

Le niveau sonore ambiant est la sommation acoustique (noté avec une signe plus entouré ci-dessous) du niveau sonore résiduel et du niveau sonore particulier :

➤  $L_{Aeq\text{ Ambiant}} = L_{Aeq\text{ résiduel}} \oplus L_{Aeq\text{ particulier}}$ .

Pour l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement, la directive européenne n° 2002/49/CE du 25 juin 2002 stipule d'utiliser l'indice  $L_{den}$  recommandé pour tous les modes de transports à l'échelle européenne. Il reprend les niveaux jour/soir/nuit (day/evening/night) en y appliquant des pénalités de 5 pour la période soir et 10 pour la période nuit. L'indice  $L_{den}$  est calculé de la manière suivante :

$$L_{den} = 10 \log \left( \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}}{24} \right)$$

Afin de pouvoir calculer les indicateurs européens, nous prendrons comme hypothèse :  $L_{day} = L_{evening}$ .

Le tableau ci-dessous présente les niveaux sonores ambiants au passage de l'hélicoptère, les niveaux sonores ambiants équivalents sur les périodes 7h-22h et 22h-7h, et le  $L_{den}$  en chacun des points arrondis au dB près :

Niveaux sonores ambiants					
Période	indicateur	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))
Période 7h-22h	$L_{amb\ max} = L_{Amax} \oplus L_{res}$	92.5	93.0	90.5	91.5
	$L_{amb\ eq} = L_{Aeq_{7h-22h}} \oplus L_{res}$	69.0	70.0	67.0	69.0
Période 22h-7h	$L_{amb\ max} = L_{Amax} \oplus L_{res}$	92.5	93.0	90.5	91.5
	$L_{amb\ eq} = L_{Aeq_{22h-7h}} \oplus L_{res}$	64.0	65.0	65.0	63.0
sur 24h	$L_{den}$	69.0	70.0	69.0	68.5

Tableau 10 : Niveaux sonores ambiants, équivalents pour les périodes 7h-22h et 22h-7h et  $L_{den}$

## 4.2.5. Émergences sonores

### 4.2.5.1. Émergence instantanée

Le tableau ci-dessous présente les émergences au passage de l'appareil au dessus des points de mesures et donc représentatives de la perception instantanée du bruit :

Émergence					
Indicateur	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))	Émergence admissible
E= Lamb max-Lres <sub>7h-22h</sub>	40.0	42.5	44.0	45.5	8
E= Lamb max- Lres <sub>22h-7h</sub>	45.5	45.5	49.5	48.5	7

Tableau 11: Émergences sonores instantanée au passage de l'hélicoptère

**L'émergence instantanée calculée ici traduit une audibilité très marquée au passage de l'hélicoptère.**

### 4.2.5.2. Émergence sur les périodes 7h-22h et 22h-7h

Le tableau suivant présente les émergences sur la période aux 4 points ainsi qu'à titre indicatif l'émergence admissible par la réglementation du bruit de voisinage citée au paragraphe 2 :

*Note :* L'émergence réglementaire maximum admissible sur la période diurne 7h – 22h et 22h-7h est respectivement de 5 et 3 dB(A). Un terme correctif est appliqué en fonction du temps d'apparition de l'événement. (cf tableau page 3)

Émergence					
Indicateur	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))	Émergence admissible
Période 7h-22h	16.5	19.5	20.5	23.0	8
Période 22h-7h	17.0	17.5	24.0	20.0	7

Tableau 12: Émergences sonores sur les période 7h - 22h et 22h-7h

**L'émergence sur la période est supérieure à la valeur limite du décret bruit de voisinage, mais, comme indiqué au paragraphe 4.3.3, cet indicateur n'est pas représentatif de l'éventuelle gêne ressentie.**

#### 4.2.6. Comparaison aux recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

Le tableau suivant compare les seuils de recommandation du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France aux valeurs présentées dans les chapitres précédents :

Indicateur	Point 1 (dB(A))	Point 2 (dB(A))	Point 3 (dB(A))	Point 4 (dB(A))	seuils Recommandés
Lden	69.0	70.0	69.0	68.5	60
Leq max <sub>22h-7h</sub> -25	67.5	68	65.5	66.5	55
Nombre d'événements Lamax >70 dB(A)	5				10

Tableau 13: Comparaison aux seuils recommandés

Les seuils recommandés :

- ne sont pas respectés pour le niveaux sonore ambiant de nuit toute sources confondues et le Lden
- sont respectés pour le nombre d'événements avec LAmix supérieur à 70 dB(A).

## **5. Conclusion**

L'étude de l'impact sonore de l'hélistation existante et de la future hélistation sur le secteur du CHRU de Montpellier a permis de déterminer que bien que les passages d'hélicoptère soient nettement audibles et que les indicateurs du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France soient dépassés par les niveaux sonores engendrés par l'hélistation actuelle ainsi que par la future hélistation, les conditions sont légèrement améliorées sur 3 points des 4 points pris en référence (points où ont été mesurés les niveaux sonores résiduels).

**M. HERNANDEZ**

**T. BOUMAZA**

**T. LETHUILLIER**

---

## ANNEXE 1 : CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Stations disponibles			
MONTPELLIER-AEROPORT[34154001]			
Indicatif	34154001		
Nom	MONTPELLIER-AEROPORT		
Altitude	2 mètres		
Coordonnées	lat : 43°34'36"N - lon : 3°57'42"E		
Coordonnées lambert	X : 7315 hm - Y : 18430 hm		
Producteurs	2016 : METEO-FRANCE		
- Masquer la liste des paramètres			
Mnémonique	Libellé	Unité	
RR1	HAUTEUR DE PRECIPITATIONS HORAIRE	MILLIMETRES ET 1/10	
FF	VITESSE DU VENT HORAIRE	M/S ET 1/10	
DD	DIRECTION DU VENT A 10 M HORAIRE	ROSE DE 360	
- Masquer les données ...			
Date	RR1	FF	DD
28 nov. 2016 16:00	0	4,2	20
28 nov. 2016 17:00	0	4,2	20
28 nov. 2016 18:00	0	4,2	20
28 nov. 2016 19:00	0	3	20
28 nov. 2016 20:00	0	2,1	30
28 nov. 2016 21:00	0	4,4	20
28 nov. 2016 22:00	0	3,7	10
28 nov. 2016 23:00	0	4,1	10

---

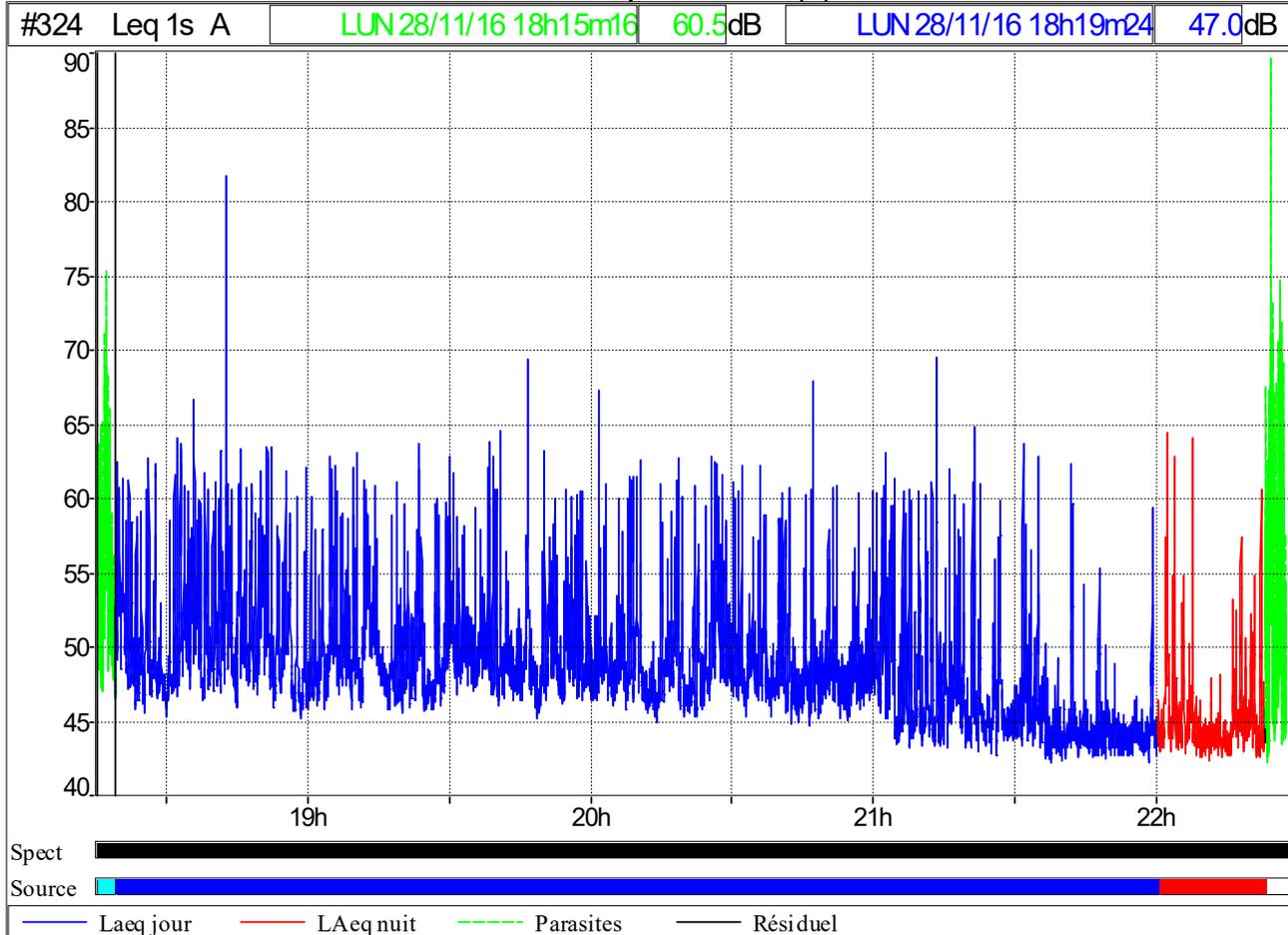
## ANNEXE 2 : RÉSULTATS DE MESURES

## Point 1 – niveaux sonores

**Opérateur :**  
M.HERNANDEZ

**Période :** le 28/11/2016 de 18h15 à 22h22

### Évolution temporelle en dB(A) :



### Niveaux sonores

Fichier	point 1.CMG			
Lieu	#324			
Type de données	Leq			
Pondération	A			
Début	28/11/16 18:15:16			
Fin	28/11/16 22:27:50			
	Leq particulier	L90	L50	Durée cumulée
Source	dB	dB	dB	h:min:s
Laeq jour	52.4	44.3	48.1	03:45:21
LAeq nuit	47.2	43.2	44.3	00:22:40

### Photographie :

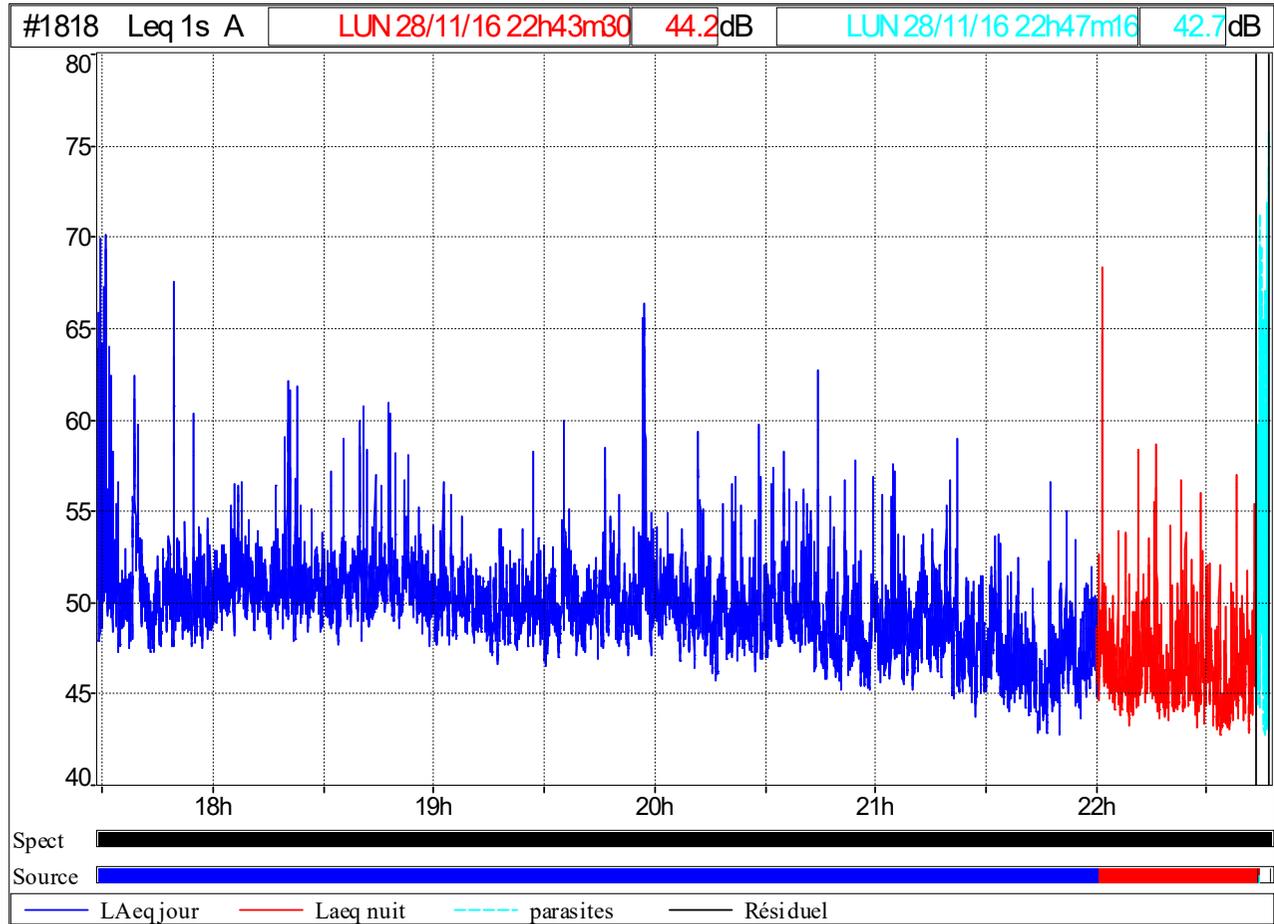


## Point 2 – niveaux sonores

**Opérateur :**  
M.HERNANDEZ

**Période :** le 28/11/2016 de 17h30 à 22h40

**Évolution temporelle en dB(A) :**



### Niveaux sonores

Fichier	point 2.CMG			
Lieu	#1818			
Type de données	Leq			
Pondération	A			
Début	28/11/16 17:28:57			
Fin	28/11/16 22:47:17			
	Leq particulier	L90	L50	Durée cumulée
Source	dB	dB	dB	h:min:s
LAeq jour	50.5	46.8	49.5	04:31:27
LAeq nuit	47.4	44.1	45.8	00:43:07
parasites	61.7	45.1	52.1	00:03:46

### Photographie



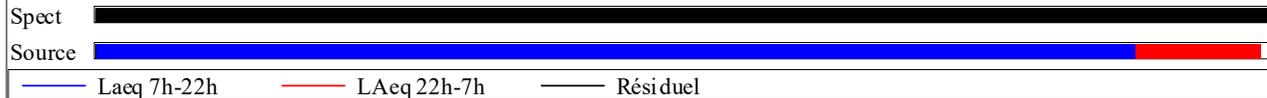
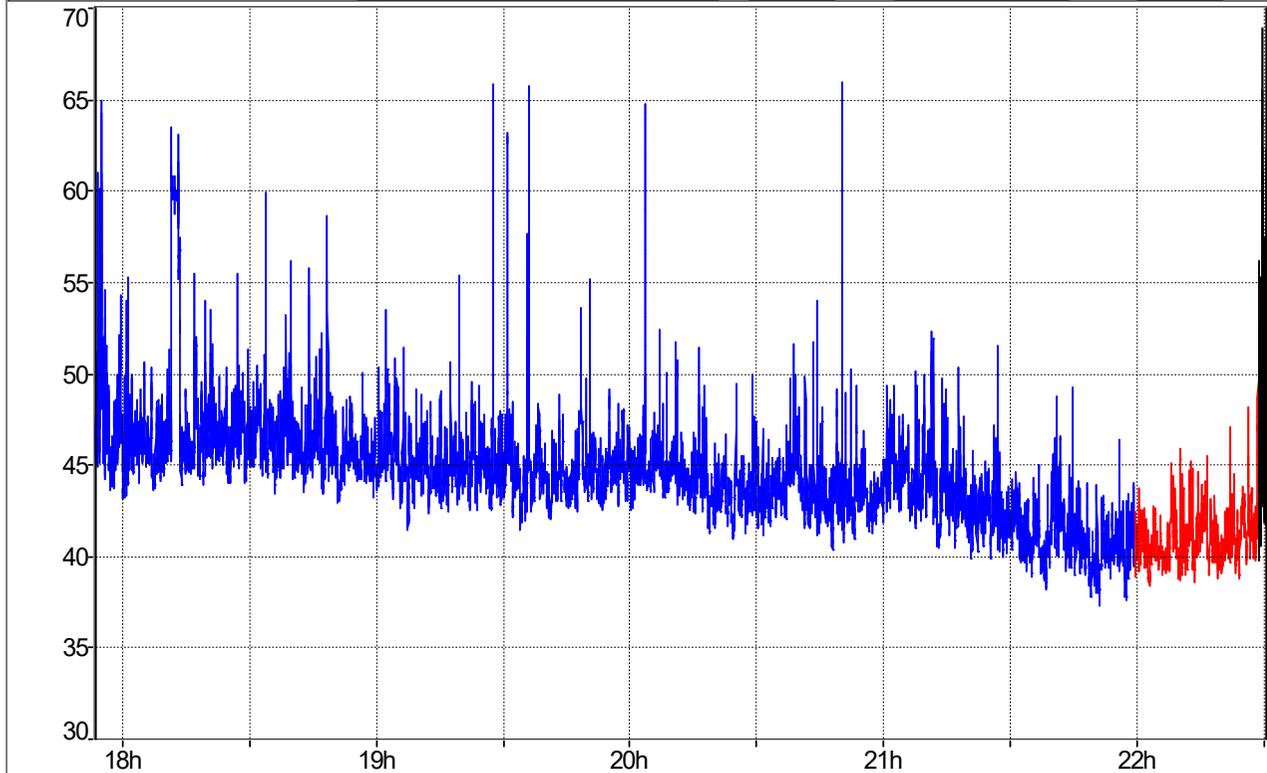
## Point 3 – niveaux sonores

**Opérateur :**  
M.HERNANDEZ

**Période :** le 28/11/2016 de 17h53 à 22h30

### Évolution temporelle en dB(A) :

#5729 Leq 1s A      28/11/16 17:53:39      46.3dB      4h37m17 SEL      88.5dB



### Niveaux sonores

Fichier	point 3.CMG			
Lieu	#5729			
Type de données	Leq			
Pondération	A			
Début	28/11/16 17:53:39			
Fin	28/11/16 22:30:56			
	Leq			Durée
	particulier	L90	L50	cumulée
Source	dB	dB	dB	h:min:s
Laeq 7h-22h	46.4	41.3	44.3	04:06:00
LAeq 22h-7h	41.4	39.4	40.6	00:29:15

### Photographie

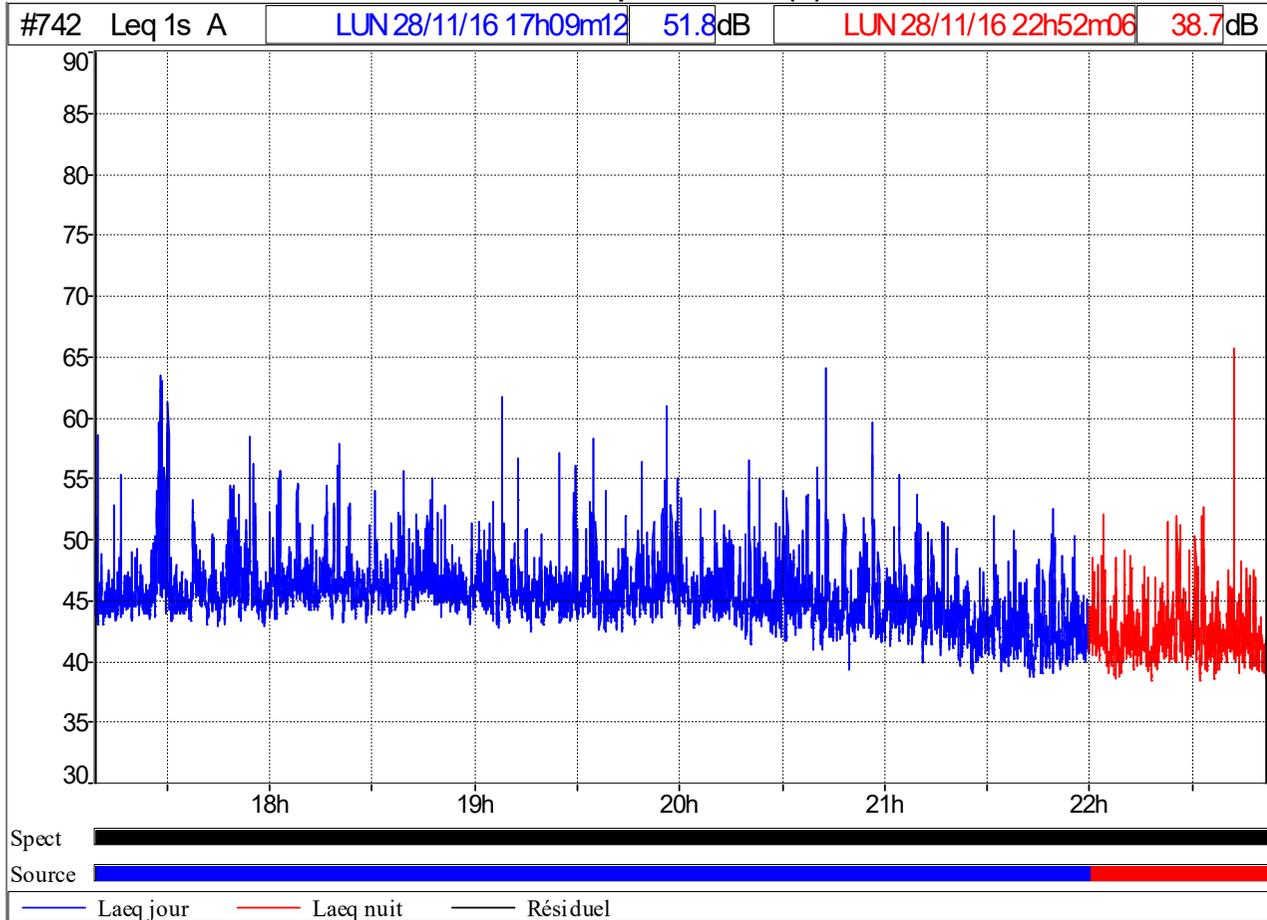


## Point 4 – niveaux sonores

**Opérateur :**  
M.HERNANDEZ

**Période :** le 28/11/2016 de 17h00 à 23h00

### Évolution temporelle en dB(A) :



### Niveaux sonores

Fichier	point 4.CMG		
Lieu	#742		
Type de données	Leq		
Pondération	A		
Début	28/11/16 16:59:40		
Fin	28/11/16 23:00:02		
	Leq		
	particulier	L90	L50
Source	dB	dB	dB
Laeq nuit	42.9	39.8	41.5
Laeq jour	46.2	42.4	45.1

### Photographie



---

## ANNEXE 3 : HAUTEURS DE POSITIONNEMENT DES SOURCES

Existant		projet	
Source	Hauteur en m	Source	Hauteur en m
A	1.2	A	20.2
B1	5.7	B1	24.7
B2		B2	
C1	10.2	C1	29.2
C2		C2	
D1	14.7	D1	33.7
D2		D2	
E1	19.2	E1	38.2
E2		E2	
F1	23.7	F1	42.7
F2		F2	
G1	28.2	G1	47.2
G2		G2	
H1	32.7	H1	51.7
H2		H2	
I1	37.2	I1	56.2
J1	41.7	I2	
K1	46.2	J1	60.7
L1	50.7	J2	

---

ANNEXE 4 : DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE D'UN  
HÉLICOPTÈRE

## Méthodologie de détermination des niveaux de puissance acoustique dans le cadre de la modélisation de l'hélicoptère EC 155

### Indices

EPNdB : Unité de mesure qui exprime le "niveau effectif de bruit perçu (EPNL)", à l'usage exclusif des mesures de bruit des aéronefs.

### Niveau sonore EPNL (Effective Perceived Noise Level )

Les niveaux sonores de l'appareil retenu (EUROCOPTER EC155) sont définis ci-dessous en fonction des phases de décollage (Take-Off), de survol (Overflight) et d'atterrissage (Approach) :

EASA Record No.	Maximum Mass		Take-Off EPNL		Overflight EPNL		Approach EPNL	
	Take-off <sup>1</sup> (kg)	Landing (kg)	Level <sup>1</sup>	Limit	Level <sup>1</sup>	Limit	Level <sup>1</sup>	Limit
D97	3,585	3,585	88.0	95.6	87.2	94.6	91.3	96.6
D96	3,550	3,550	88.0	95.5	87.2	94.5	91.3	96.5

Les niveaux sonores retenus sont synthétisés ci-dessous :

Procédure	EPNL en EPNdB
Décollage	92.2
Survol	88.9
Atterrissage	95.7

### Hypothèse de conversion EPNL et LAeq

Il n'y a pas de relation directe entre les indicateurs EPNL et le LAeq(A). Cependant, une conversion communément acceptée est la suivante :  $LAeq = EPNL - 11dB(A)$ . Le tableau précise les niveaux de pression acoustiques équivalents en dB(A) :

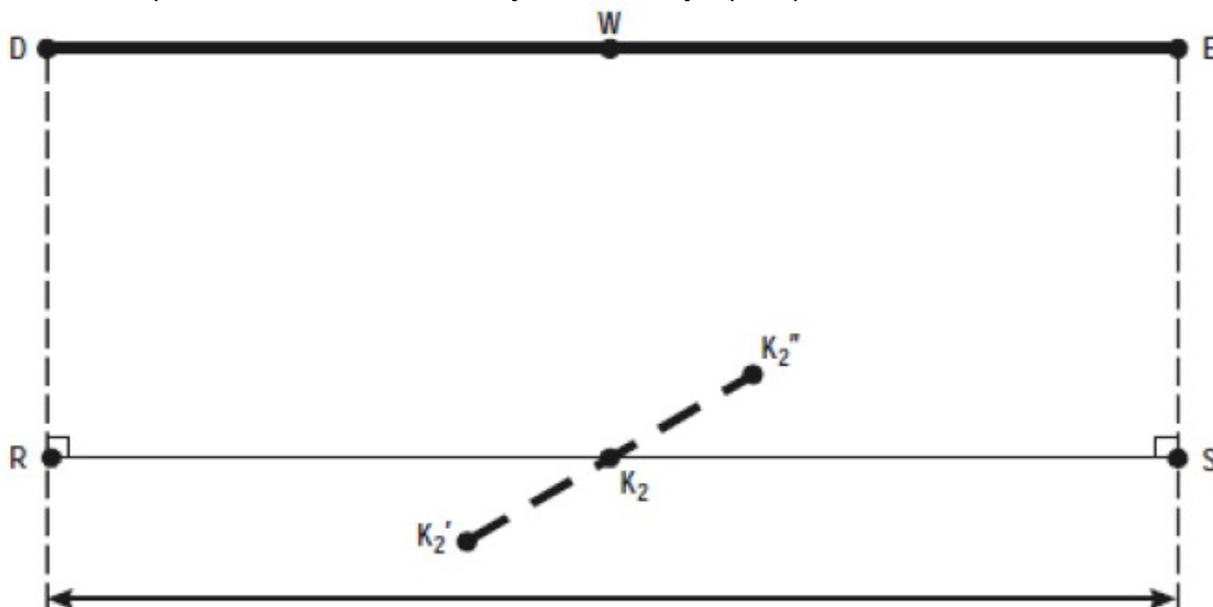
Procédure	EPNL	LAeq
Décollage	92.2	81.2
Survol	88.9	77.9
Atterrissage	95.7	84.7

### Hypothèse de distance

Les points de mesures de bruit au décollage, en survol ou en approche sont définis dans l'annexe 16 à la convention relative à l'aviation civile internationale – Volume I. Une hypothèse de calcul est réalisée afin d'en déduire une distance unique et au final un niveau de puissance acoustique (cas d'une source ponctuelle).

### Cas du survol

Les mesures acoustiques en  $K_2$ ,  $K'_2$  et  $K''_2$  au niveau du sol, se font lors du passage de l'hélicoptère sur le trajet DE. L'hélicoptère est stabilisé en vol en palier au point D et passe par le point W, à la verticale du point de référence  $K_2$  de la trajectoire de vol jusqu'au point E.



$K_2$ ,  $K'_2$  et  $K''_2$  : Points de mesures au sol

$K_2W=150m$

$K'_2$  et  $K''_2$  sont disposés au sol symétriquement à 150m de part et d'autre de la trajectoire de vol

En s'intéressant uniquement au point  $K_2$ , la distance Hélico-micro diminue de  $K_2D$  à  $K_2W$  et réaugmente de  $K_2W$  à  $K_2E$ . RS étant une variable liée à la mesure, c'est aussi le cas pour  $K_2D$  et  $K_2E$  (à priori  $K_2D=K_2E$ ).

Plus l'avion s'approche de W plus l'impact sur le niveau sonore est important. Une première hypothèse pourrait être de considérer la distance unique  $K_2W=150m$  comme référence. Cette approche donne un niveau de puissance  $L_w$  de 137.2 dB(A). Il faut cependant noter que plus la distance prise en compte est importante, plus le niveau de puissance acoustique pour générer un même bruit sera important. On sous-estime donc le niveau de puissance par cette méthode.

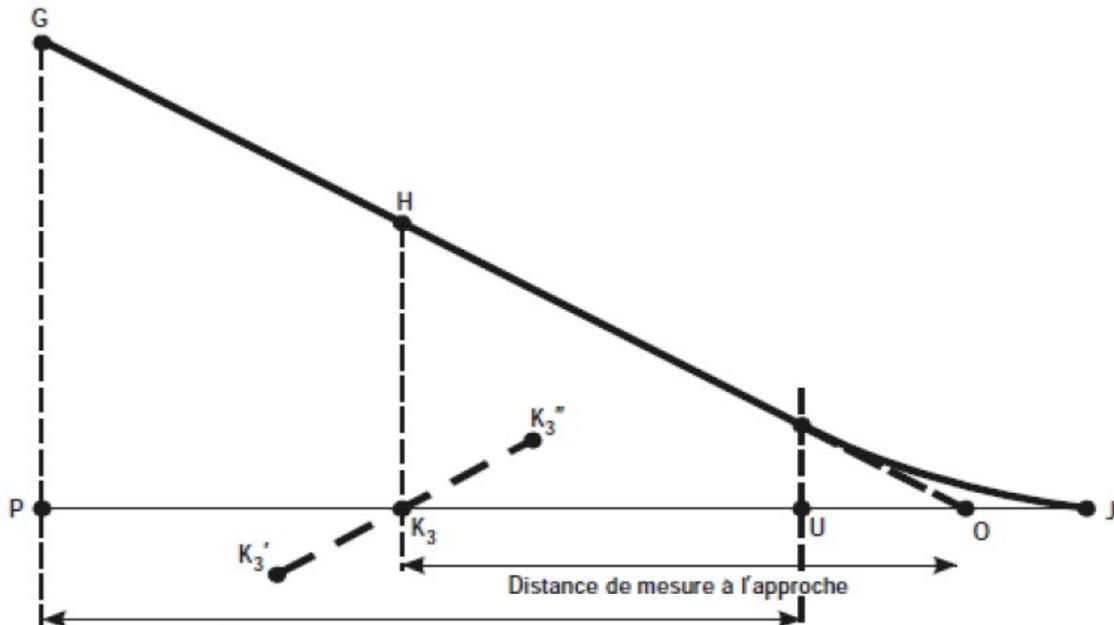
En prenant comme hypothèse que le niveau sonore mesuré au point  $K_2$  est déterminé lorsque l'hélicoptère est à une distance DW inférieure ou égale à  $K_2W=150m$ , l'hélicoptère se situe alors à une distance variant de 150m à 200m de  $K_2$ . Les niveaux de puissance acoustique équivalents sont donnés ci-dessous en discrétisant tous les 10m :

d (m)	$L_w$
200	133.2
190	132.8
180	132.3
170	131.8
160	131.3
150	130.7

La moyenne acoustique de ces valeurs est de 132,1 dB(A), correspondant à une hauteur moyenne équivalente de 175m.

### Cas de l'atterrissage

L'hélicoptère est stabilisé tout d'abord à l'angle de la trajectoire d'approche spécifiée au point G et passe par les points H et I pour atteindre finalement le point de toucher des roues.



$K_3, K_3'$  et  $K_3''$  : Points de mesures au sol

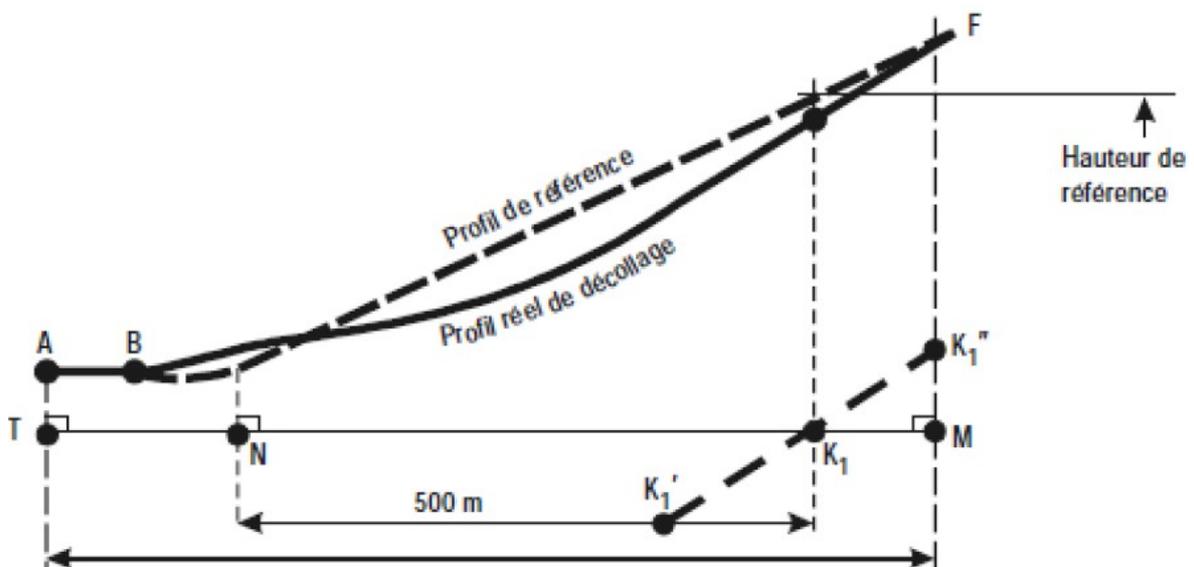
$K_3H=120m$

$K_3'$  et  $K_3''$  sont disposés au sol symétriquement à 150m de part et d'autre de la trajectoire de vol

En considérant uniquement le point  $K_3$ , on peut se ramener au cas du survol en s'intéressant à une distance horizontale de 120m autour de H. On en déduit, avec une pente d'approche de  $6^\circ$ , les distances  $GK_3=196m$  et  $K_3I=161m$ . La distance moyenne équivalente est de 178.5 m soit  $L_w=140.7$  dB(A).

### Cas du décollage

Au cours de l'essai réel, l'hélicoptère est d'abord stabilisé en vol en palier à un point A et continue jusqu'à un point B où une montée en régime stabilisé est amorcée. La montée en régime stabilisé se poursuivra pendant le temps qu'il faudra pour obtenir une diminution de 10dB et au-delà jusqu'à la fin (point F).



$K_1, K_1'$  et  $K_1''$  : Points de mesures au sol

$K_1N=500m$

$MK_1''=150m$

$K_1'$  et  $K_1''$  sont disposés au sol symétriquement à 150m de part et d'autre de la trajectoire de vol

En ne considérant que le point K1 et une hauteur de référence identique à celle de l'atterrissage, la distance moyenne équivalente est de 178.5 m et  $L_w=140.7$  dB(A).

### Synthèse des puissances acoustiques

En considérant  $L_w=L_{Aeq}+10\log(4\pi d^2)$ , nous obtenons les niveaux de puissance acoustique suivants :

Procédure	EPNL	L <sub>aeq</sub>	d (m)	L <sub>w</sub>	L <sub>w</sub> moyen
Décollage	92.2	81.2	178.5	137.2	138.1
Survol	88.9	77.9	175	133.8	
Atterrissage	95.7	84.7	178.5	140.7	

La modélisation sous le logiciel CadnaA considérera des sources ponctuelles de puissance acoustiques 138.1 dB(A).