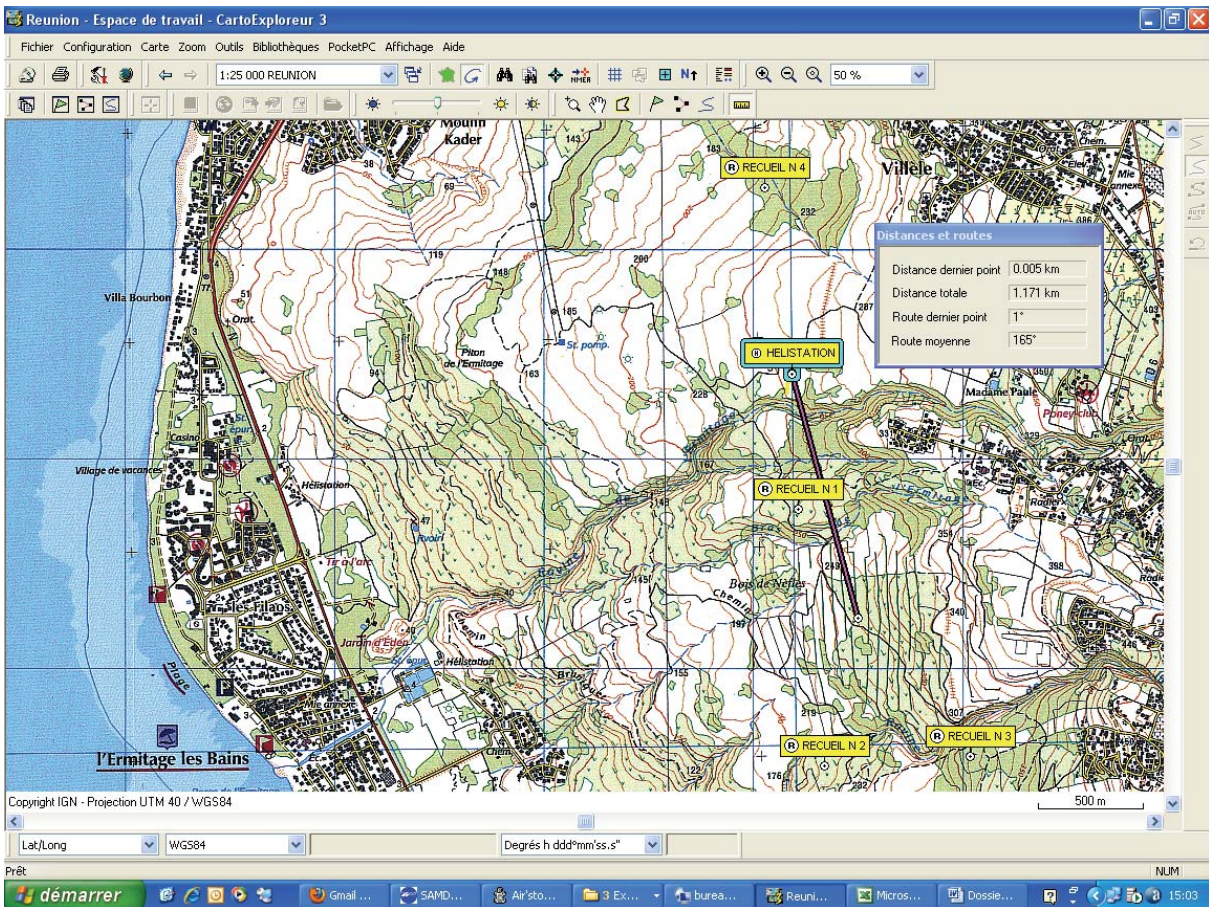
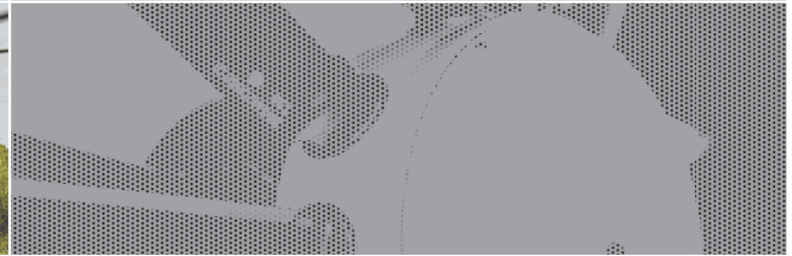


## 5. ZONES DE RECUEIL MONO MOTEUR SOUS TROUÉE ORIENTÉE AU 335°



## 5. ZONES DE RECUEIL MONO MOTEUR SOUS TROUÉE ORIENTÉE AU 165°





# L'Empreinte sonore des Hélicoptères

*Séminaire client Français, Evian 27 et 28 Septembre 2012*



thinking without limits

# Agenda

- Définitions
- Les modèles de certification
- Les sources de bruit sur Hélicoptères
- L'approche Eurocopter pour réduire les empreintes sonores

# Agenda

## Définitions

## Définition du bruit : l' EPNdB

La dBa n'est pas pertinente pour décrire précisément les sons impulsifs (typiques de l'hélicoptère)

=> Une nouvelle unité métrique a donc été développée pour prendre en compte la pénibilité du bruit plutôt que son intensité.

=> La pénibilité d'un son est une donnée hautement subjective

Un calcul (complexe) partant d'une référence (40 dB à 1000 Hz) appelée « Son Perçu »

permet d'aboutir à une nouvelle unité métrique en 3 étapes.

- Niveau de Son Perçu ou perceived noise level **PNL** ( $L_{PN}$ ) : [PNdB]
- Correction tonale ou tone corrected perceived noise level **PNLT** ( $L_{TPN}$ ) : [TPNdB]
- effective perceived noise level **EPNL** ( $L_{EPN}$ ) : [EPNdB]

L' EPNdB a été créé spécialement pour la certification des niveaux sonores des aéronefs

# Agenda

— Definitions

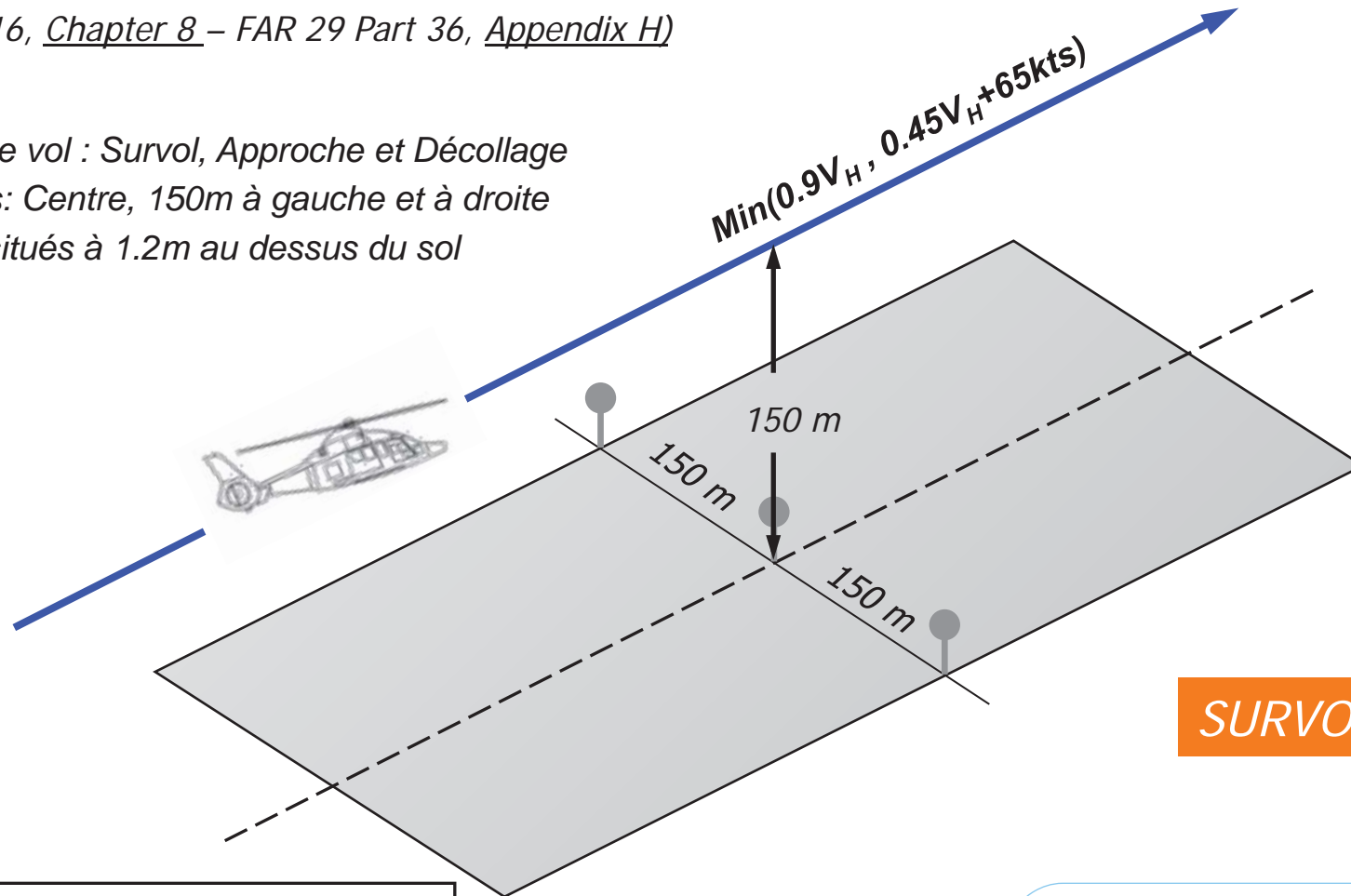
— Modèle de certification : Chapitre 8

# Modèle de certification : Chapitre 8

## Conditions de Mesure de la Certification Sonore

(ICAO Annex 16, Chapter 8 – FAR 29 Part 36, Appendix H)

- 3 Conditions de vol : Survol, Approche et Décollage
- 3 microphones: Centre, 150m à gauche et à droite
- Microphones situés à 1.2m au dessus du sol



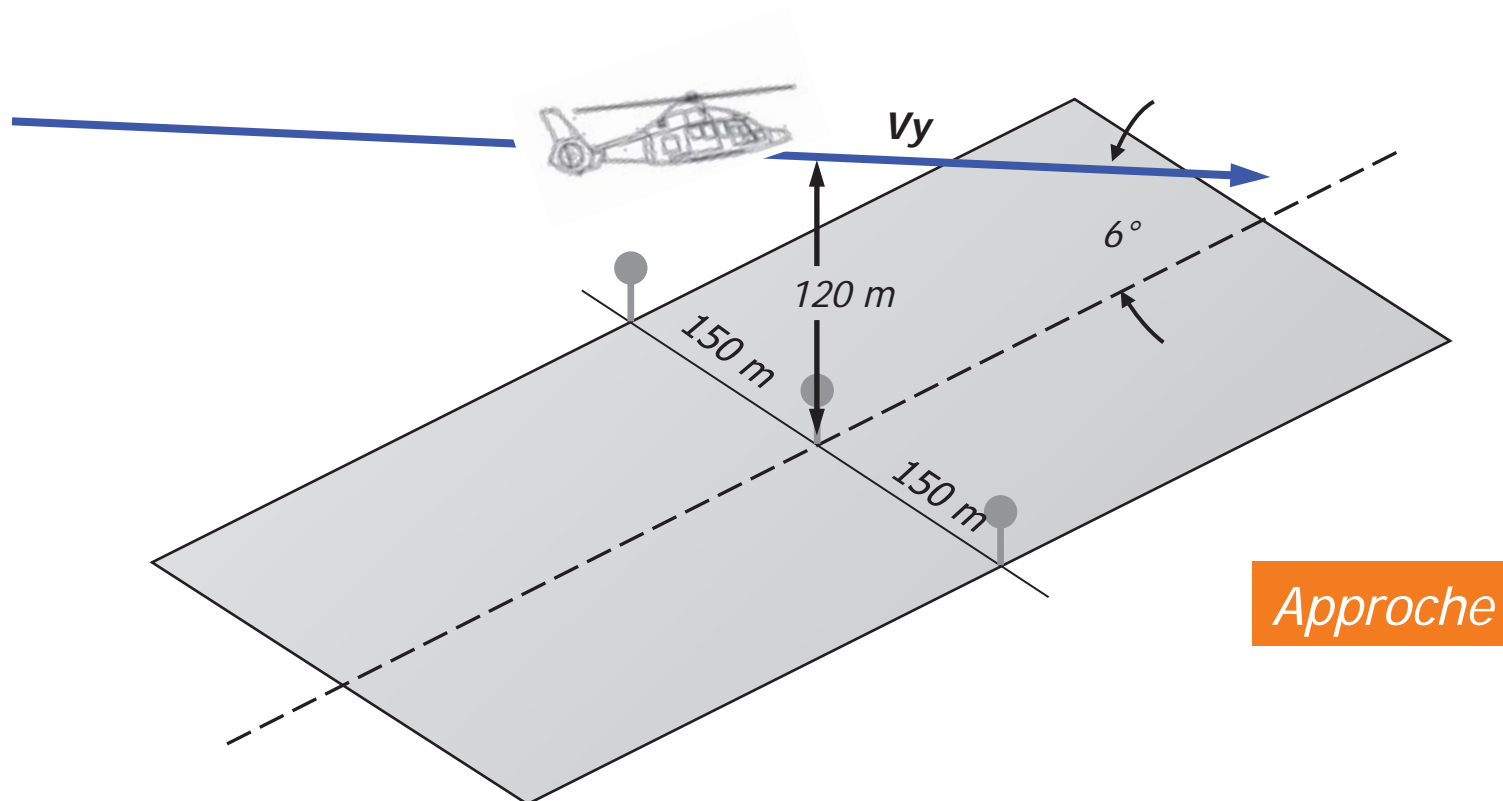
$V_H =$  Vitesse max en croisière ,SL, ISA+10°C

⊙ = Microphones

# Modèle de certification : Chapitre 8

*Conditions de Mesure de la Certification Sonore*

*(ICAO Annex 16, Chapter 8 – FAR 29 Part 36, Appendix H)*



$V_y =$  Meilleure vitesse de montée

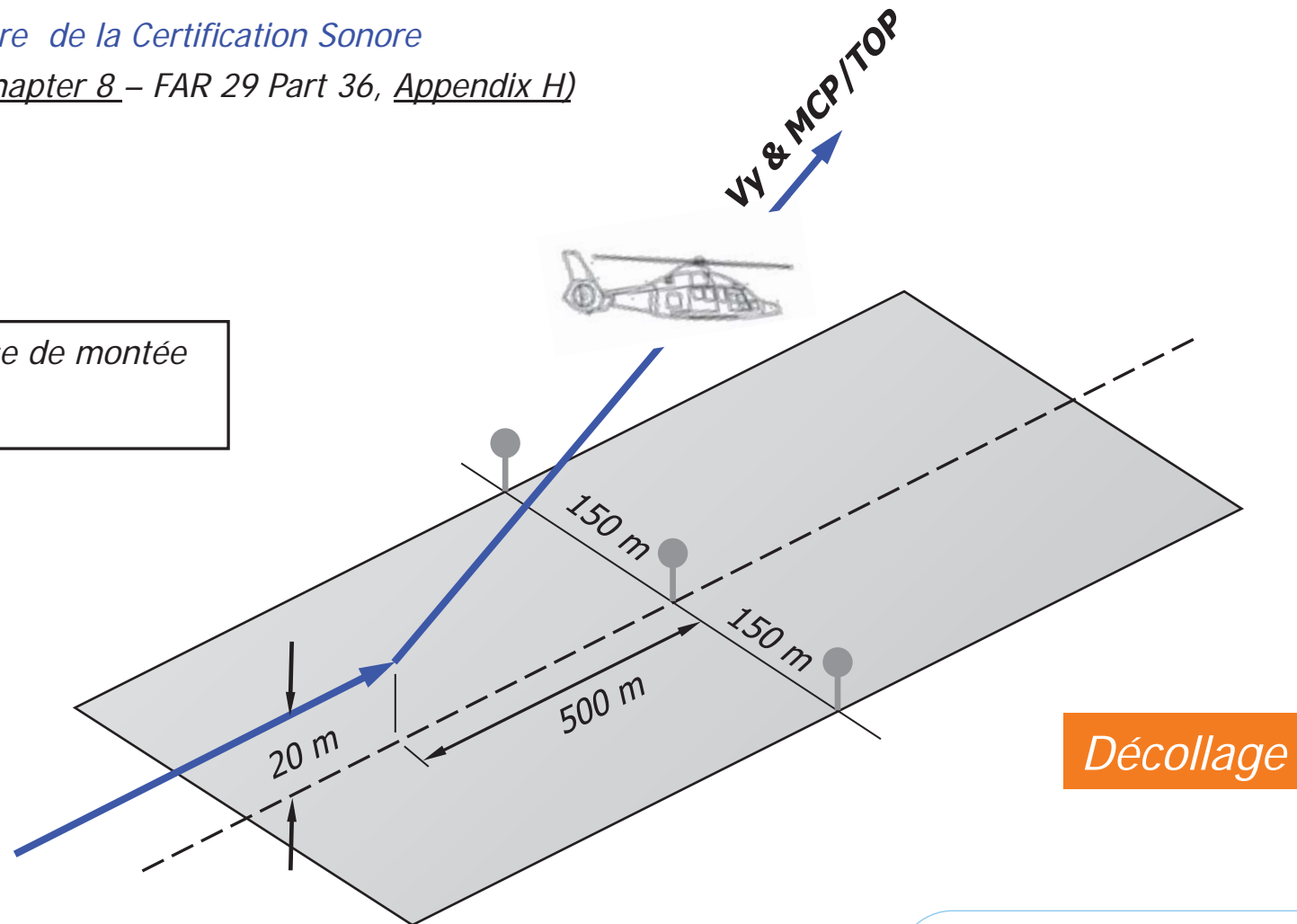
$\uparrow$  = Microphones



# Modèle de certification : Chapitre 8

Conditions de Mesure de la Certification Sonore  
 (ICAO Annex 16, Chapter 8 – FAR 29 Part 36, Appendix H)

$V_y$  = Meilleure vitesse de montée  
 ⓘ = Microphones



# Précision des paramètres de présentation

- Vertical:**

Hauteur:

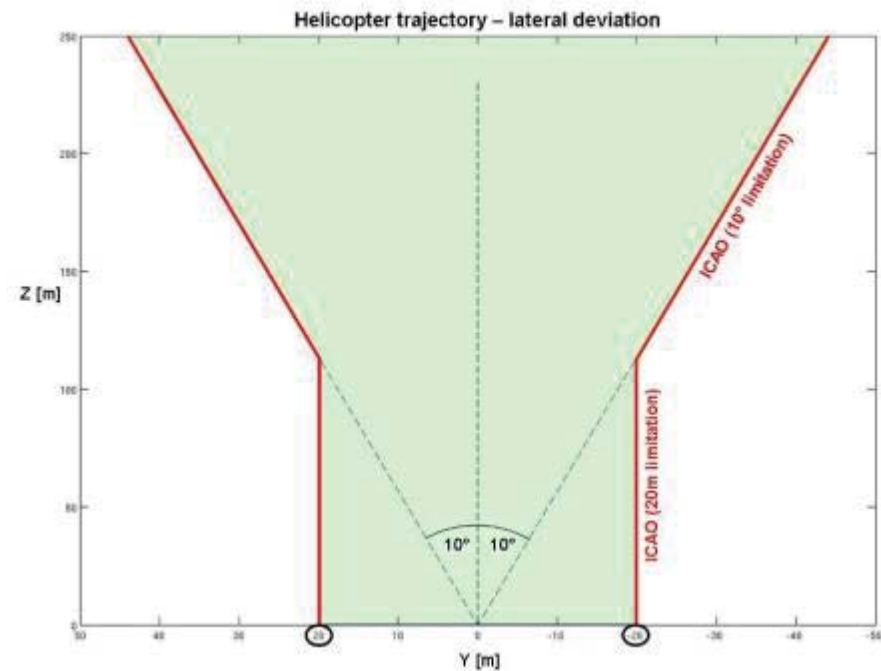
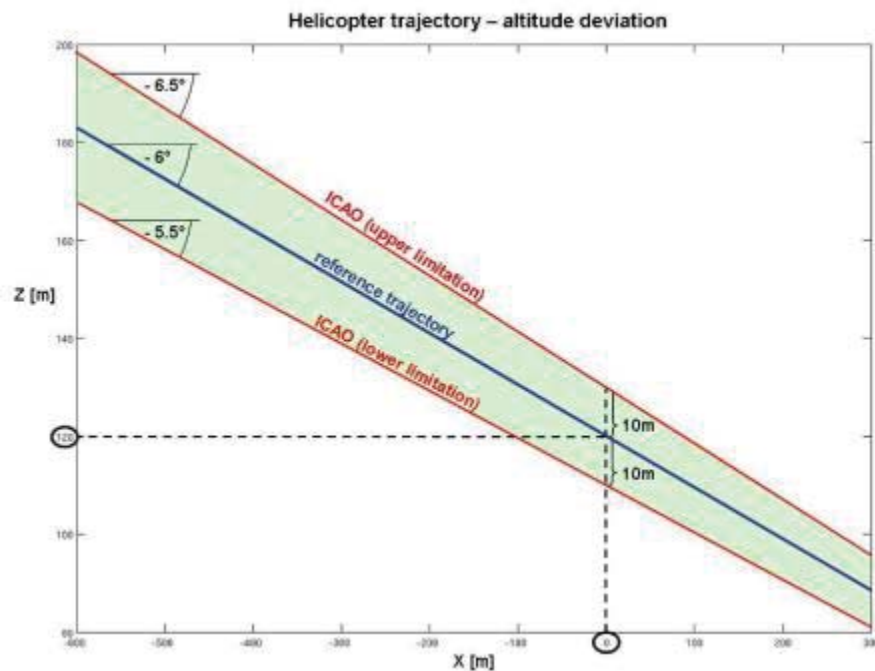
$\pm 9 \text{ m}$

Approche:  
central)

$\pm 0.5 \text{ deg}$  ( $\pm 10 \text{ m}$  au dessus du micro

- Latéral:**

$\pm 20 \text{ m}$  ou (hauteur  $\tan 10^\circ$ )



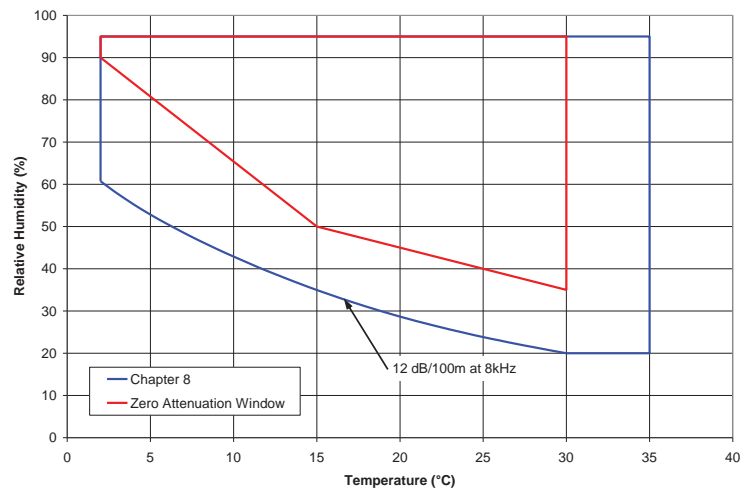
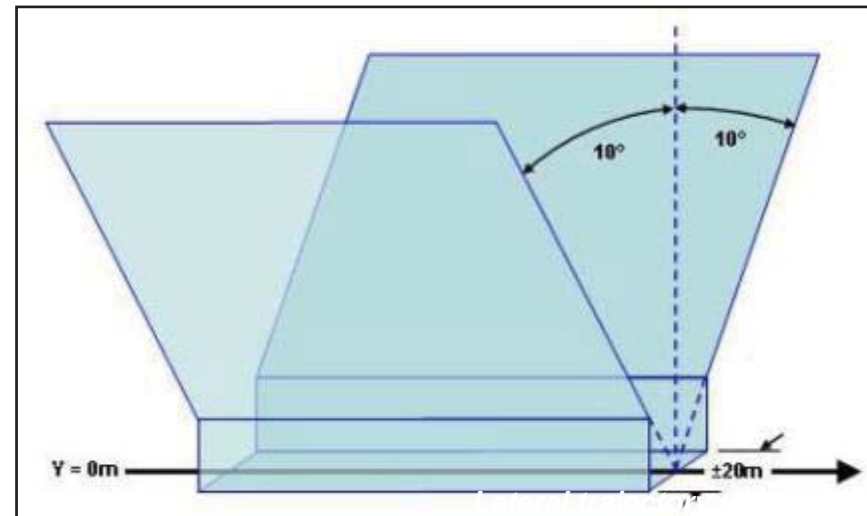
# Autres limitations

## Aeronefs:

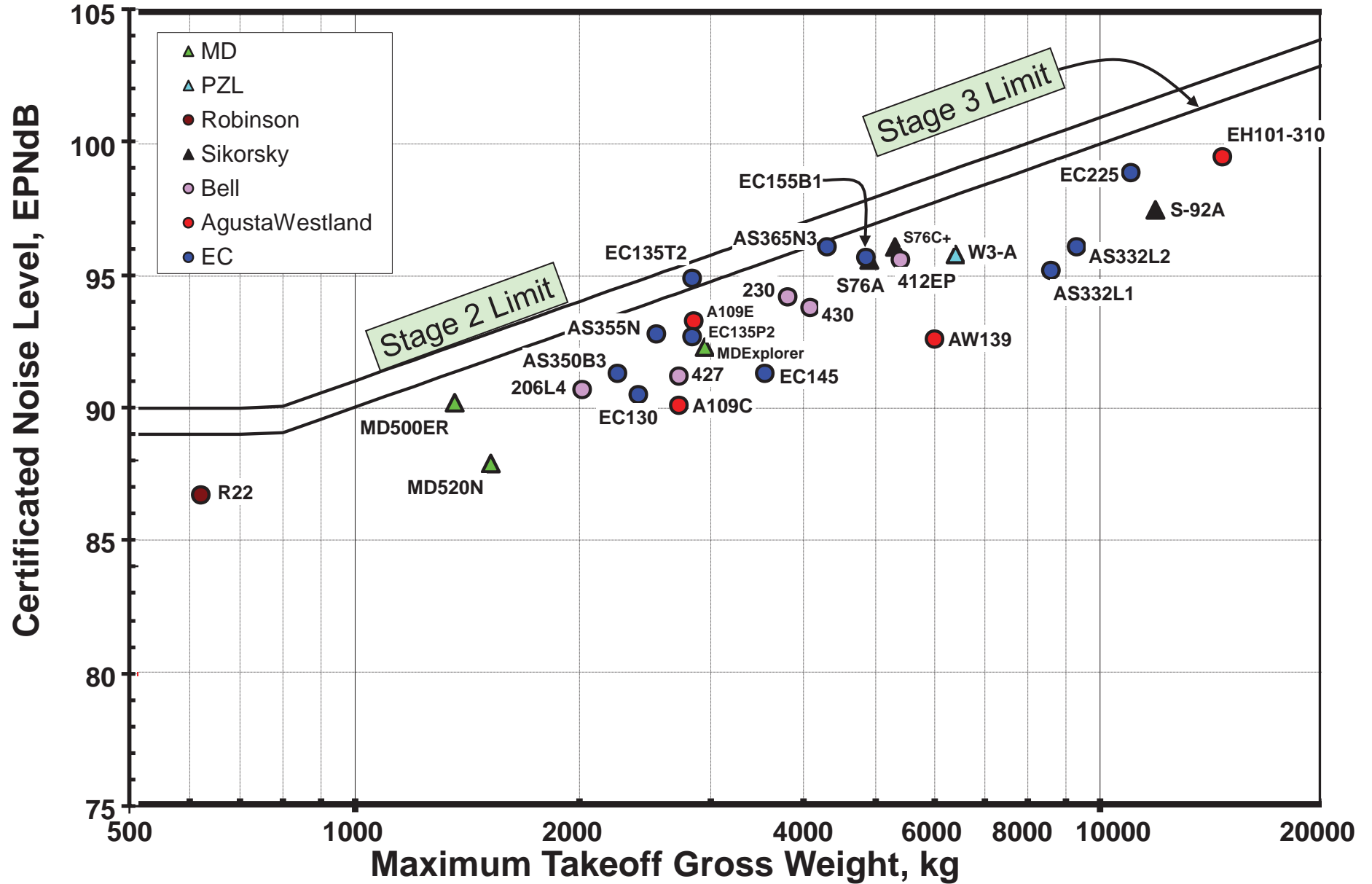
- MTOW : entre +5% and -10%
- NR :  $-1\% < RPM < + 1\%$
- Vi :  $\pm 5$  kts

## Condition Météo :

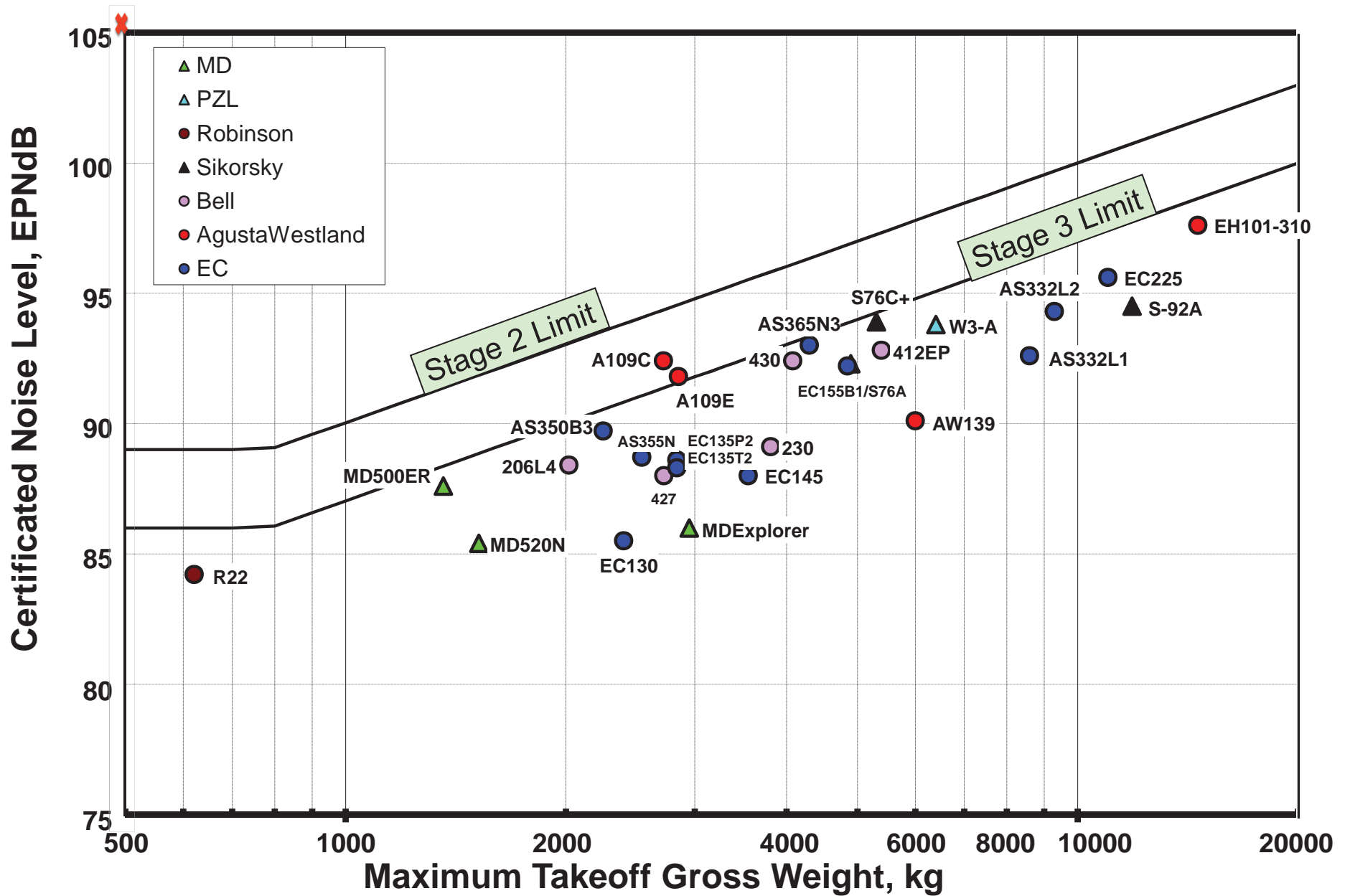
- Vent total < 10kts , Vent latéral < 5kts
- humidité [20% - 95%]
- Température [2°C – 35°C]
- 8kHz absorption: atténuation inférieure à 12dB/100m



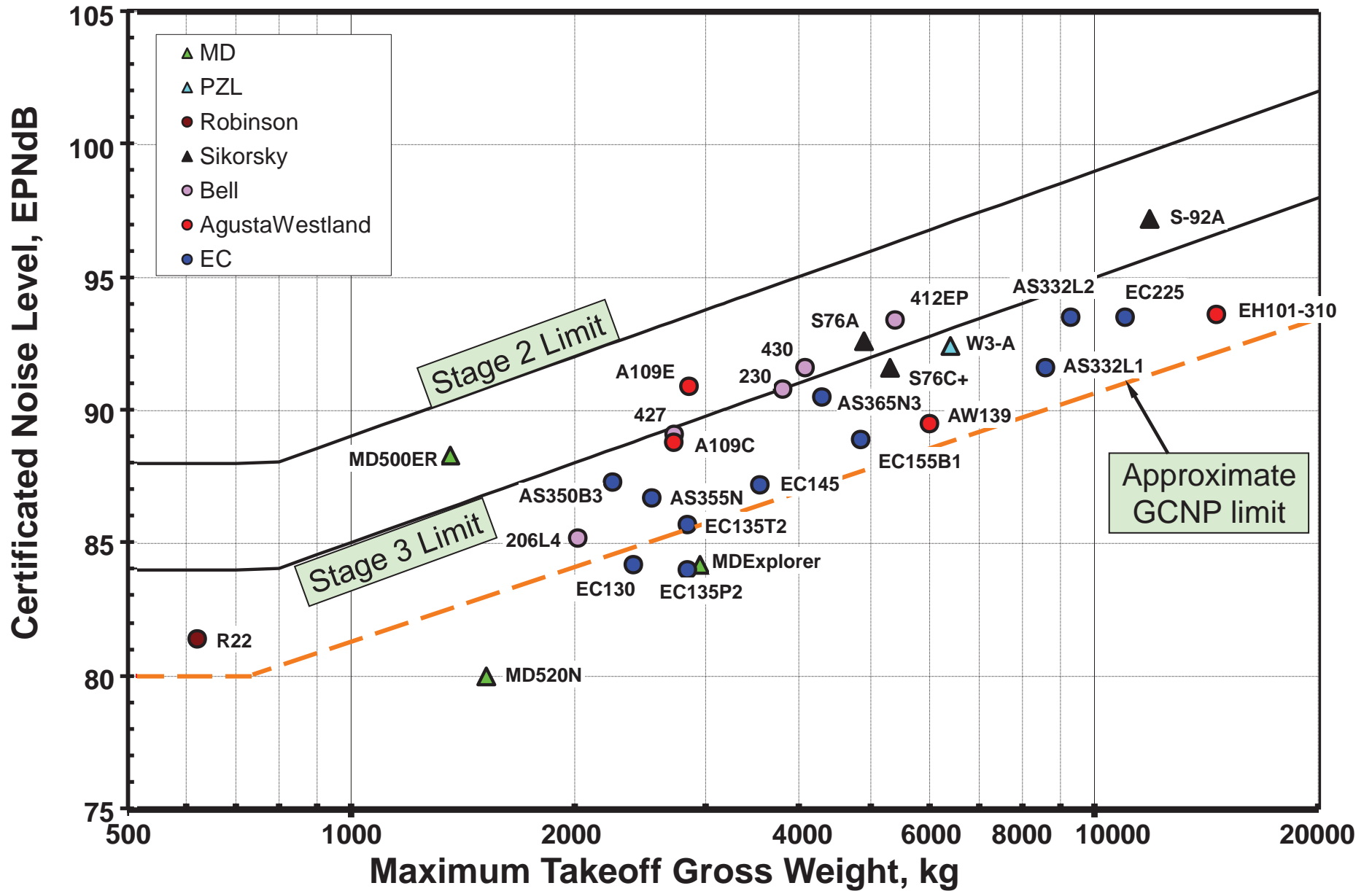
# ICAO Annex 16, Chapitre 8 Approche



# ICAO Annex 16, Chapitre 8 Décollage



# ICAO Annex 16, Chapitre 8 **Surv**ol



# Agenda

— Définitions

— Modèle de certification : Chapitre 8

— Modèle de certification : Chapitre 11

## Modèle de certification : Chapitre 11

ICAO Annex 16, *Chapitre 11* - FAR 29 Part 36, Appendice J

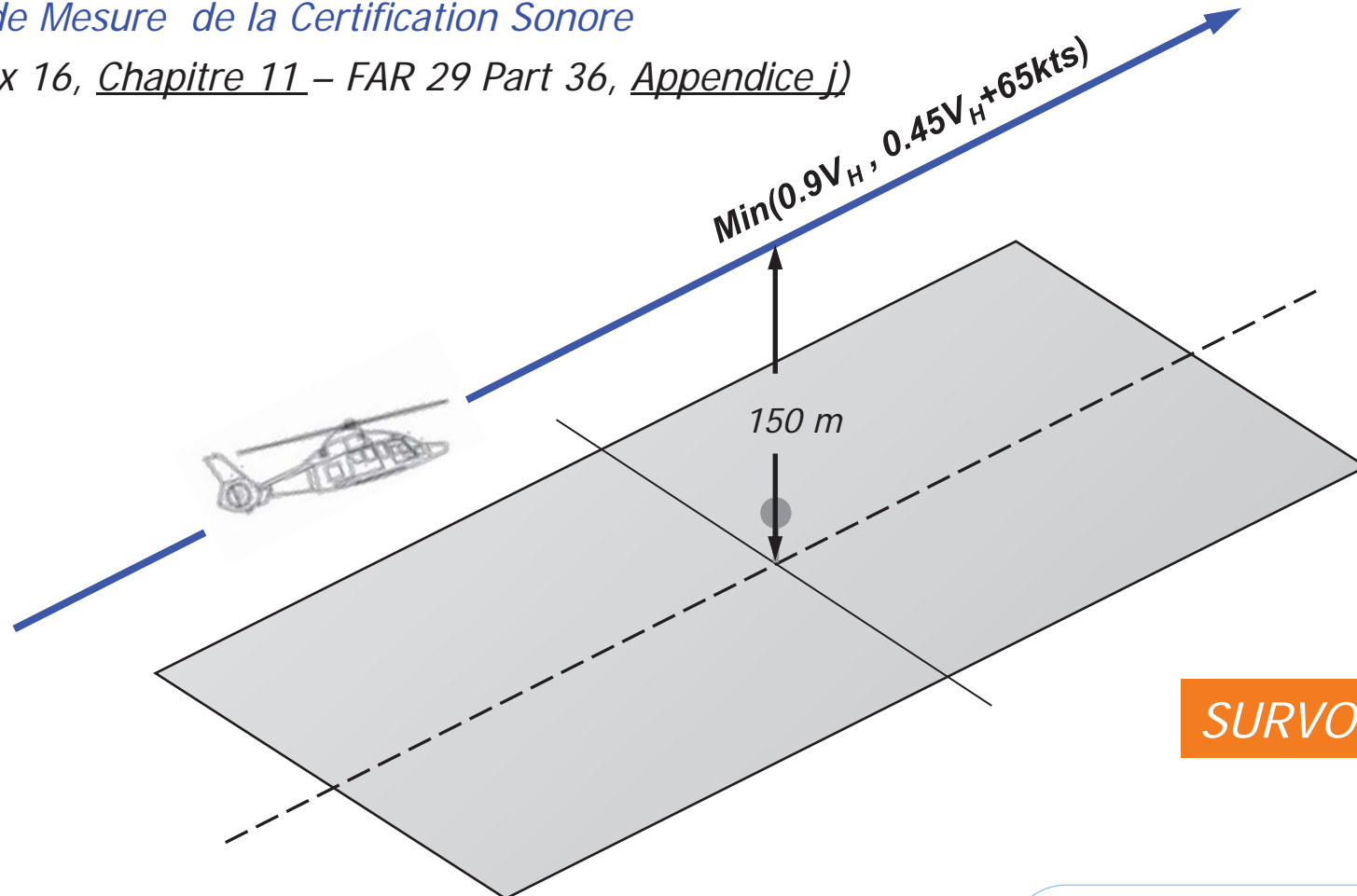
- *Pour Hélicoptères de MTOW inférieur à 3175 kg (7000 lb).*
- *Conditions de mesure : **Survol** à 0,9 Vh, 150m sol, un seul microphone central.*
- *Métrique utilisée : « dB SEL » soit une dBa avec intégration de durée.*



# Modèle de certification : Chapitre 11

## Conditions de Mesure de la Certification Sonore

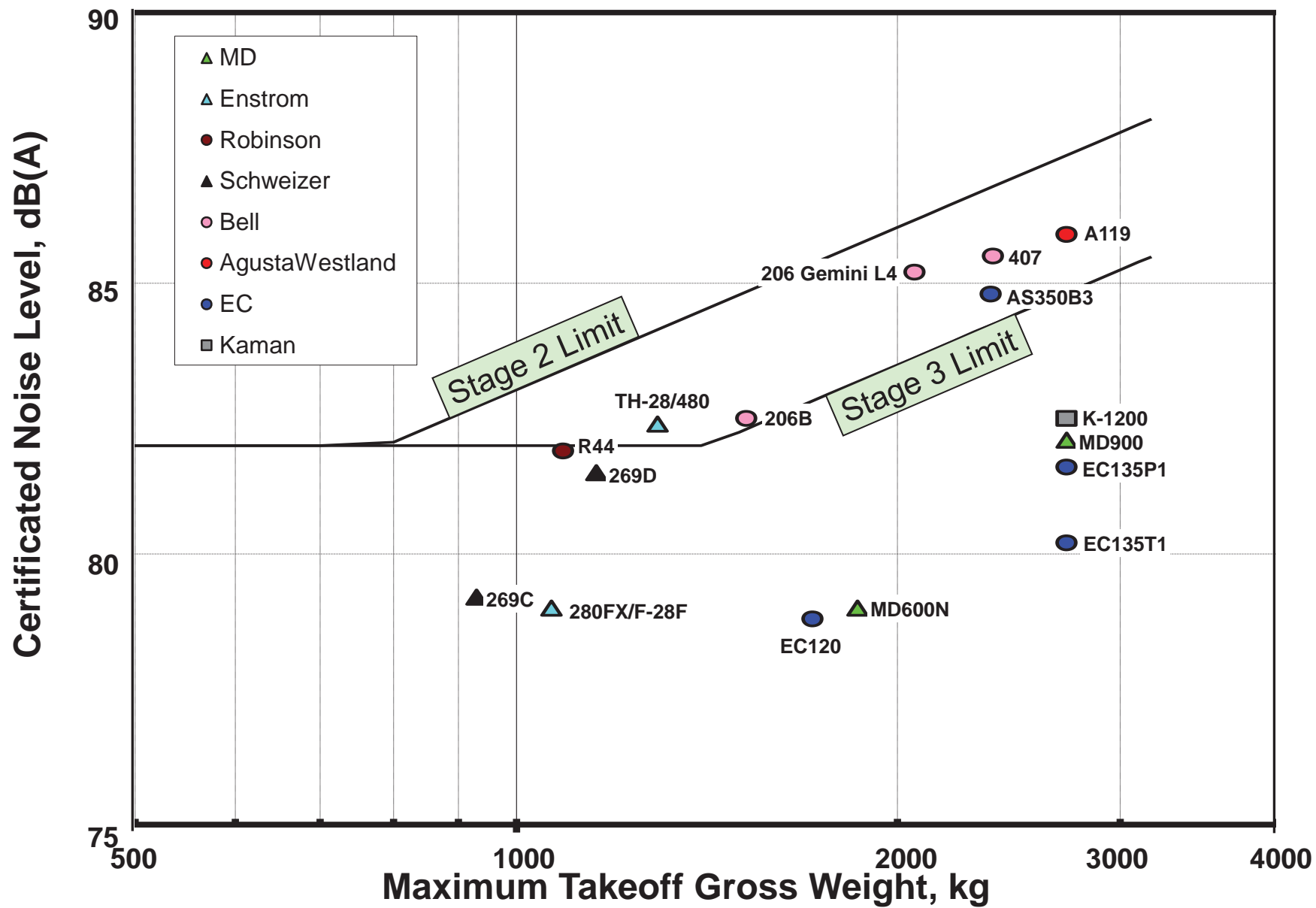
(ICAO Annex 16, Chapitre 11 – FAR 29 Part 36, Appendice j)



$V_H$  = Vitesse max en croisière, SL, ISA+10°C

⊙ = Microphones

# ICAO Annex 16, Chapitre 11 Survol



## Règles du GRAND CANYON NATIONAL PARK (GCNP)

- Basée sur le nombre de passagers et pas la masse
- Utilise les relevés en Survol uniquement
- Réservé à ce parc national ... jusqu' à aujourd' hui !

### Limites du GCNP

$$EPNL(H) = 80 + 10\log(\#PAX / 2) \text{ EPNdB}$$

$$SEL(J) = 77 + 10\log(\#PAX / 2) \text{ dB(A)}$$



EC120, EC130, EC135 and EC145 (10Pax): hélicoptères EC capables de voler dans le GCNP

# Agenda

- Definitions
- Modèles de certification
- Les sources de bruit sur Hélicoptères

# Agenda

- Définitions
- Les modèles de certification
- Les sources de bruit sur Hélicoptères
- L' approche Eurocopter pour réduire les empreintes sonores

## Travail sur l'intégration des moteurs



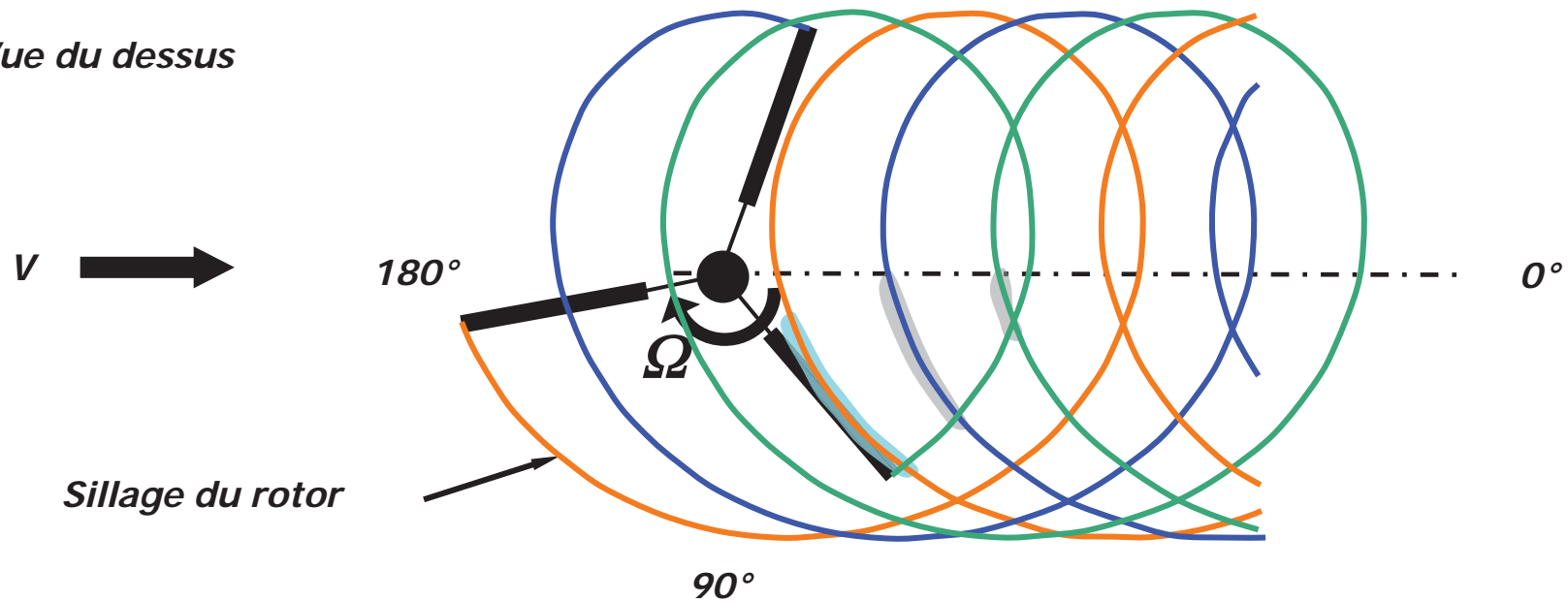
# Lutter contre le “Blade -Vortex Interaction”



## Lutter contre le “Blade -Vortex Interaction”

- *Cause* Large et impulsive charge générée sur toute la surface de la pôle par l'onde du vortex de la pôle précédente
- *Effet* Son intense et impulsif très désagréable

Vue du dessus





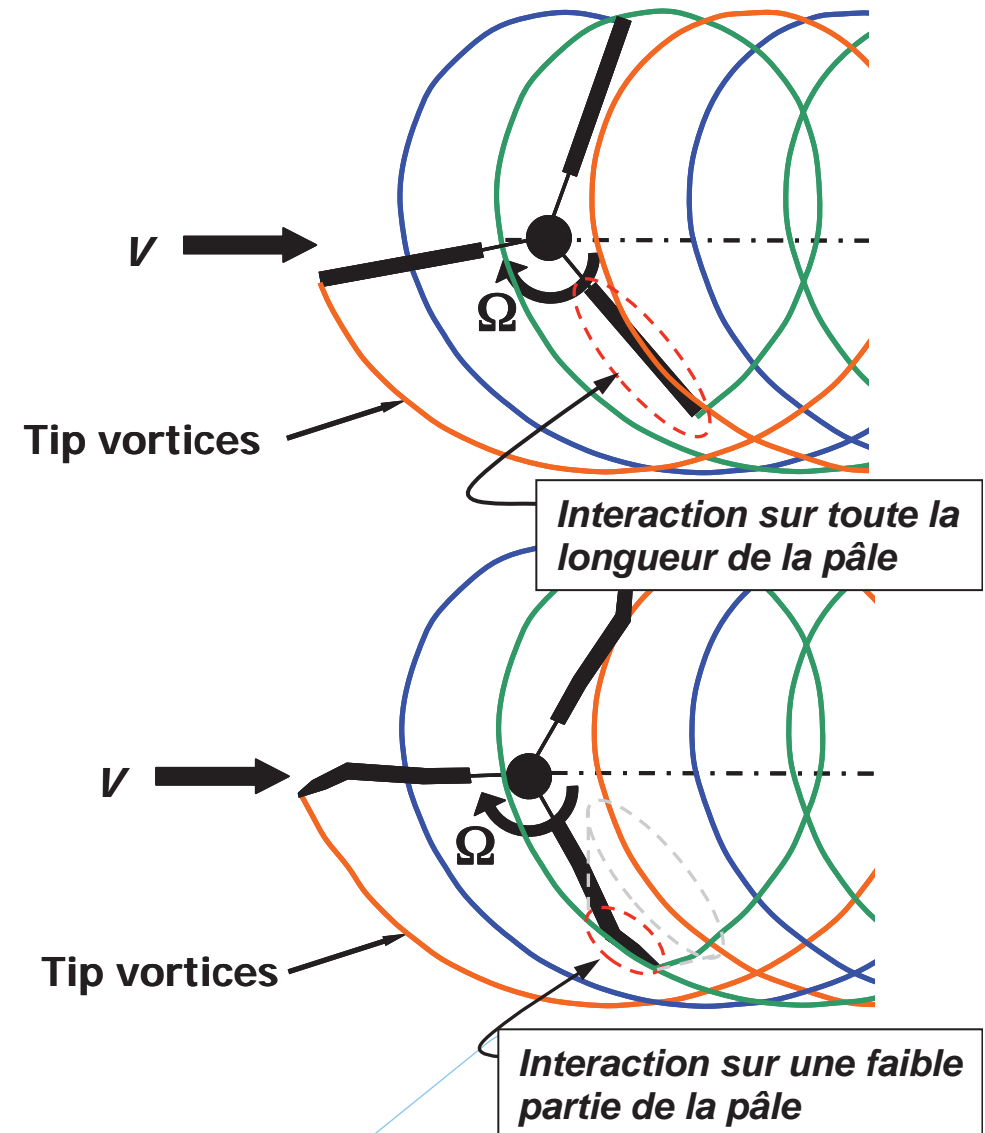
## Le concept “Blue Edge”

- *Une rupture technologique dans la conception des rotor principaux*
- *Un profil à “double angle”*
- *Concept passif*
- *Réduction importante du BVI*



## Le concept “Blue Edge”

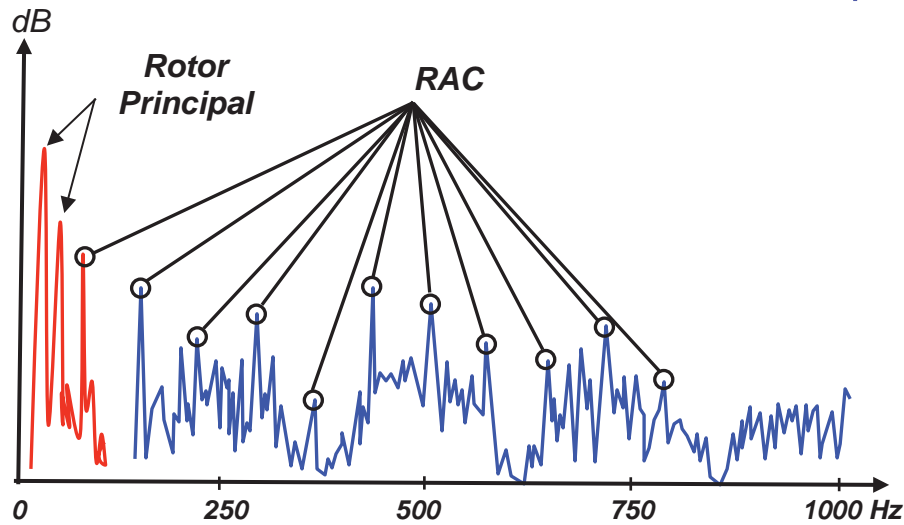
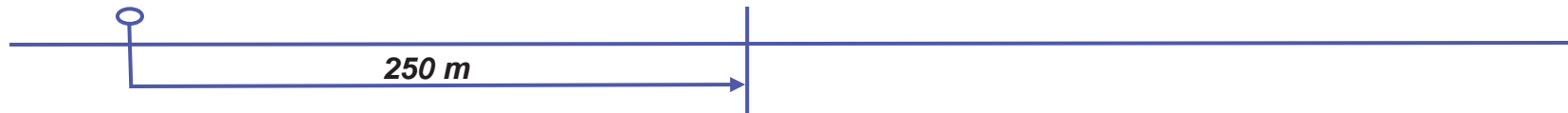
- Le BVI est très fort lorsque la pôle est perpendiculaire au sillage du vortex.
- Le concept *Blue Edge*<sup>TM</sup> :
- Evite d’exposer la totalité de la surface de la pôle au vortex
- → Il y a toujours interaction mais dans des proportions bien inférieures



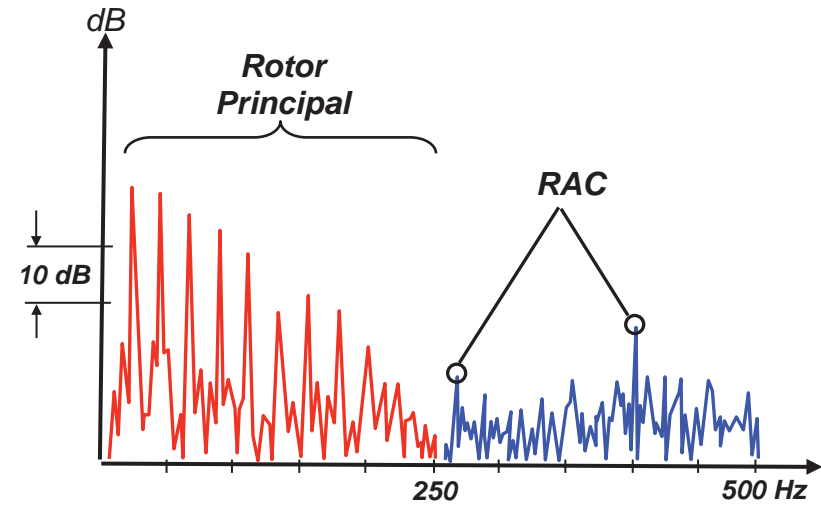
# Travail sur les rotors anti-couple "classiques"



MICROPHONE



RAC à deux pôles



RAC à cinq pôles

# Le Fenestron®



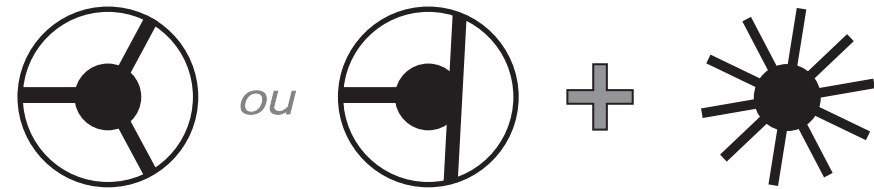
## Le Fenestron®

- *Fenestron® : Une avance technologique pour Eurocopter, partie intégrante de l' image de marque de notre société.*
- *Présent sur : Gazelle, EC120, EC130, EC135, EC145 T2, AS365, et EC155.*
- *Des améliorations significatives depuis la première version en terme d' efficacité et de réduction sonore.*
- *Eurocopter poursuit ses recherches innovantes pour rendre le Fenestron® toujours plus silencieux.*

## Evolution du Fenestron®

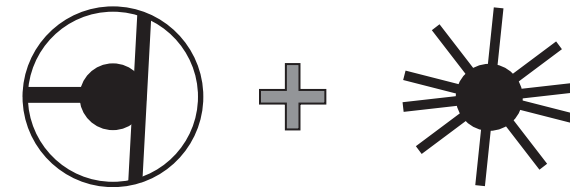
- **1ère Génération:**

- Distance égale entre les pâles
- Support trois points ou support en T
- Gazelle, Dauphin N/N1/N2/N3



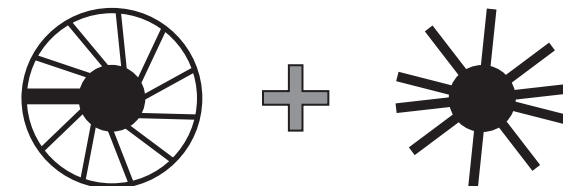
- **2ème Génération:**

- Distance inégale entre les pâles (Modulation)
- Support en T
- Dauphin EC155 & rétrofit sur N2/N3



- **3ème Génération:**

- Distance inégale entre les pâles (Modulation)
- Support devient Stator
- EC120, EC130, EC135, EC145T2



# Evolution du Fenestron®

**Evolution du Design général (travail sur la dérive) pour un gain en efficacité et aérodynamique**



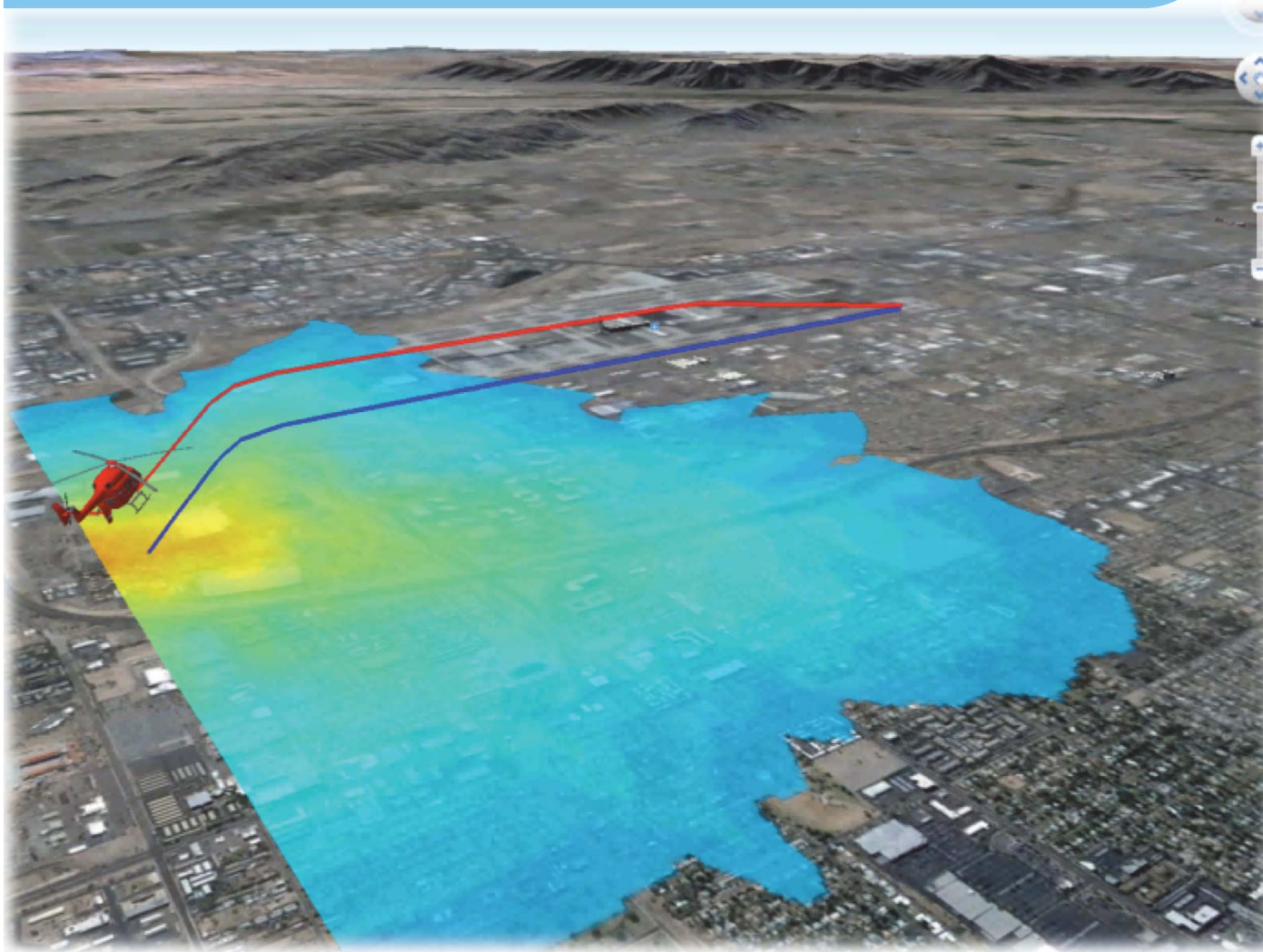
*Gazelle*  
1970

*Dauphin*  
1980

*EC130*  
*EC135*  
*EC120*  
*Mid-90s*



## *La réduction du Bruit par les Procédures*



*Optimisation  
des circuits  
Arrivée et  
Départ*

*Logiciel HELENA ( HELicopter Environmental Noise Analysis )*