Le bruit dans notre environnement, un problème majeur de santé publique

Marc Goethals MD

Cardiologue

Hôpital OLV Aalst Belgium

Bruit et Son

- Le bruit est composé de sons qui ne sont ‘pas voulus’, qui sont ‘indésirables’
- Notion de subjectivité: ‘annoyance’, ennuyant…
- ‘*Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity*.’ (Constitution of WHO, April 7, 1948)
- Est-ce que l’effet du bruit sur la santé dépend de notre conscience, de notre perception du bruit?
- **Ou est ce que le bruit a un impact négatif sur notre santé, quelle que soit notre réaction au niveau subjectif? (sleep disturbed, perturbé, …)?**

Le bruit: un problème de tous les temps…

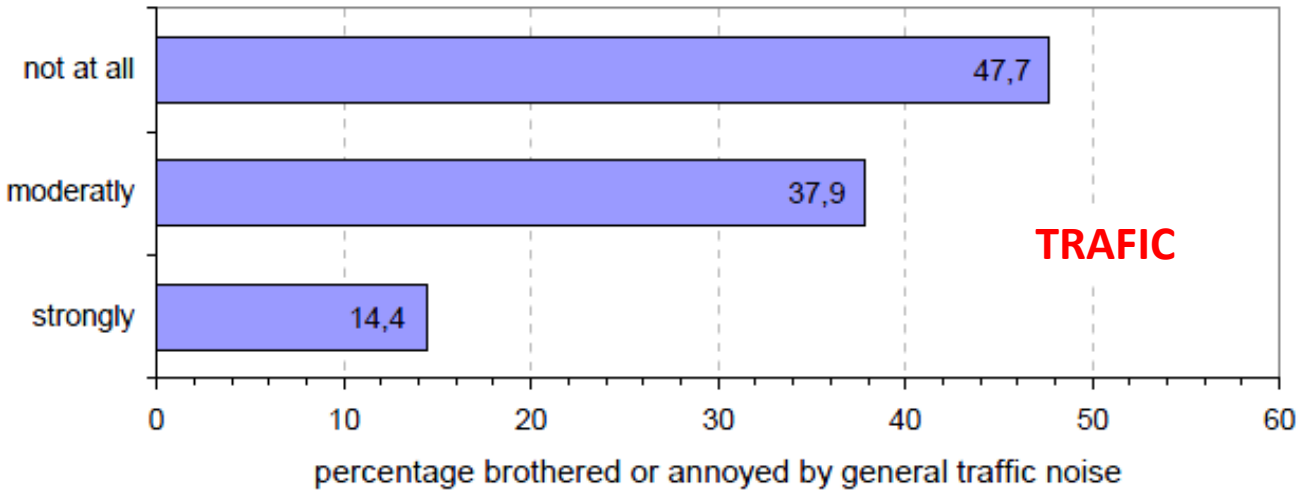
- *'… dans la Rome antique, il y avait déjà des restrictions pour le bruit émis par les calèches sur les pavées, dont les nuisances sonores perturbaient le sommeil des Romains… '*
- *'… aujourd'hui un nombre immense de voitures traverse nos villes et la campagne. Il y a des camions, lourdement chargés et propulsés par des moteurs diesel… et en plus il y a des avions et des trains qui contribuent au scenario de bruit environmental… '*

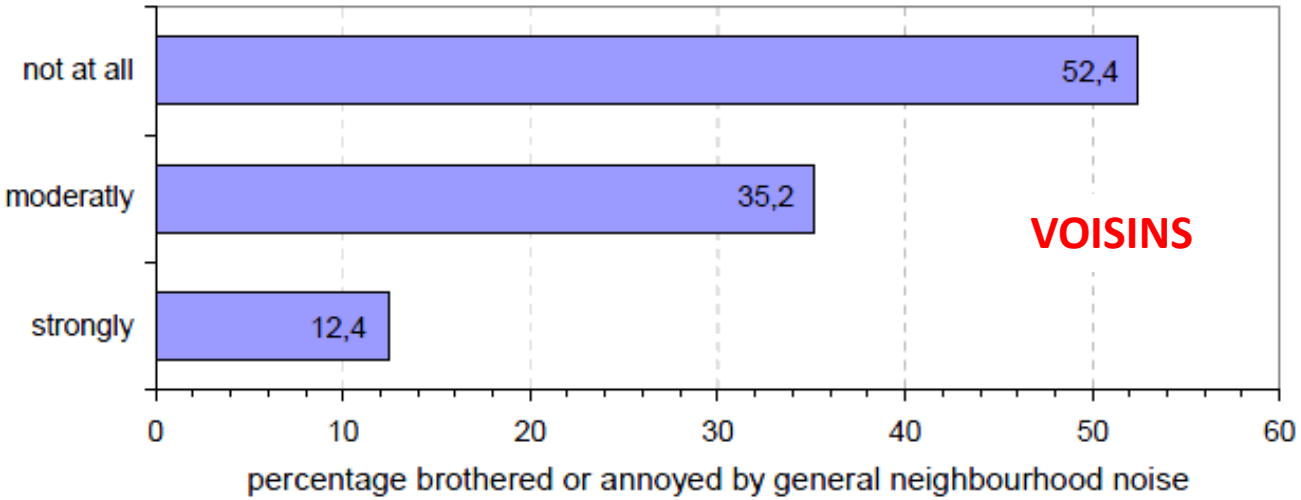
WHO Guidelines for Community Noise 1999

Les sources de bruit dans notre environnement

- Tous les sources de bruit, excepté le bruit dans les lieux de travail
- Le trafic routier, ferroviaire, aérien,.., l'industrie, la construction, les grandes travaux publics …
- Les sources de pollution sonore à l'intérieur: la **ventilation**, les machines de bureau, les équipements de ménage,….
- Les voisins! La musique, les enfants (cours de récréation, terreins de jeux, événements de sports et de musique, chiens, …
- Il y a des effets auditifs et **des effets non auditifs** de l'exposition aux bruit

Les nuisances sonores **pendant la journée**: les voisins et le trafic routier en compétition





WHO LARES 2004

Sources de troubles de **sommeil** par le bruit environmental

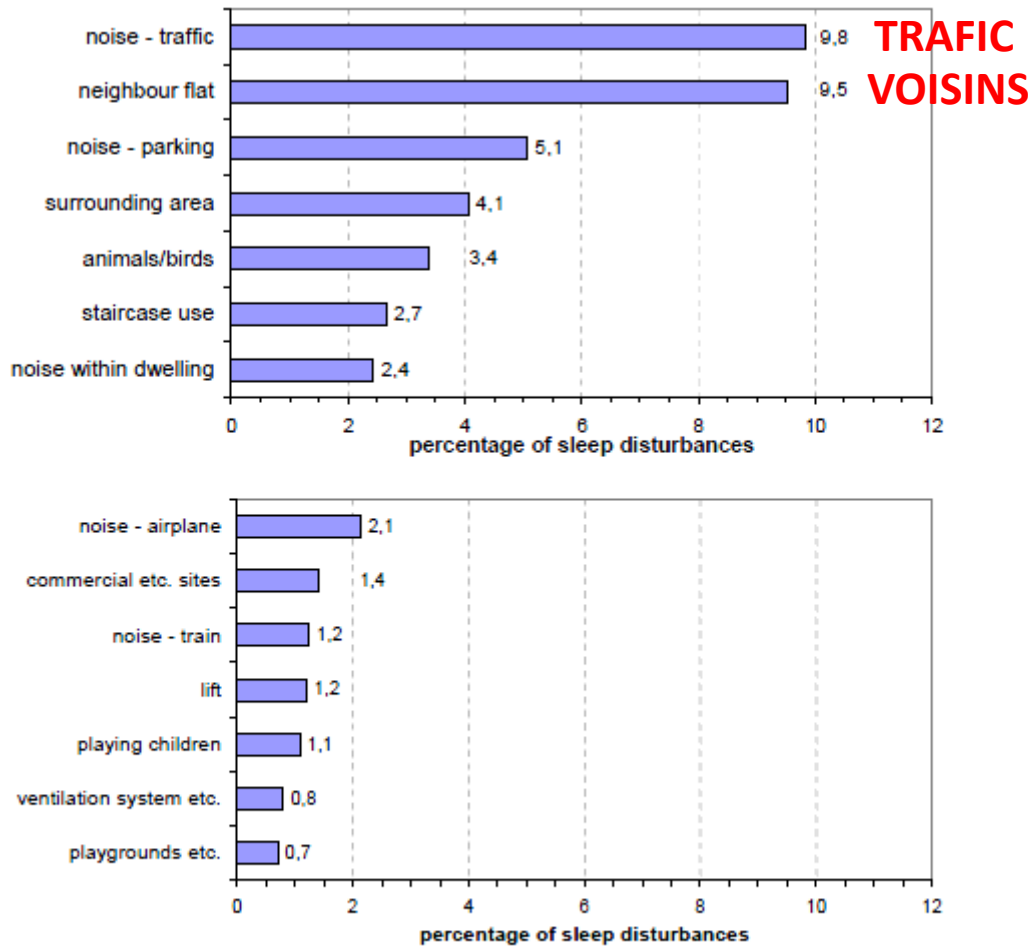


Figure 12: Percentage frequency of noise sources which induced sleep disturbances N = 8519 (adults, children and elderly)

TRAFIC VOISINS

WHO LARES 2004

Trouble de sommeil par le bruit environmenal: **23% des habitants en ville**

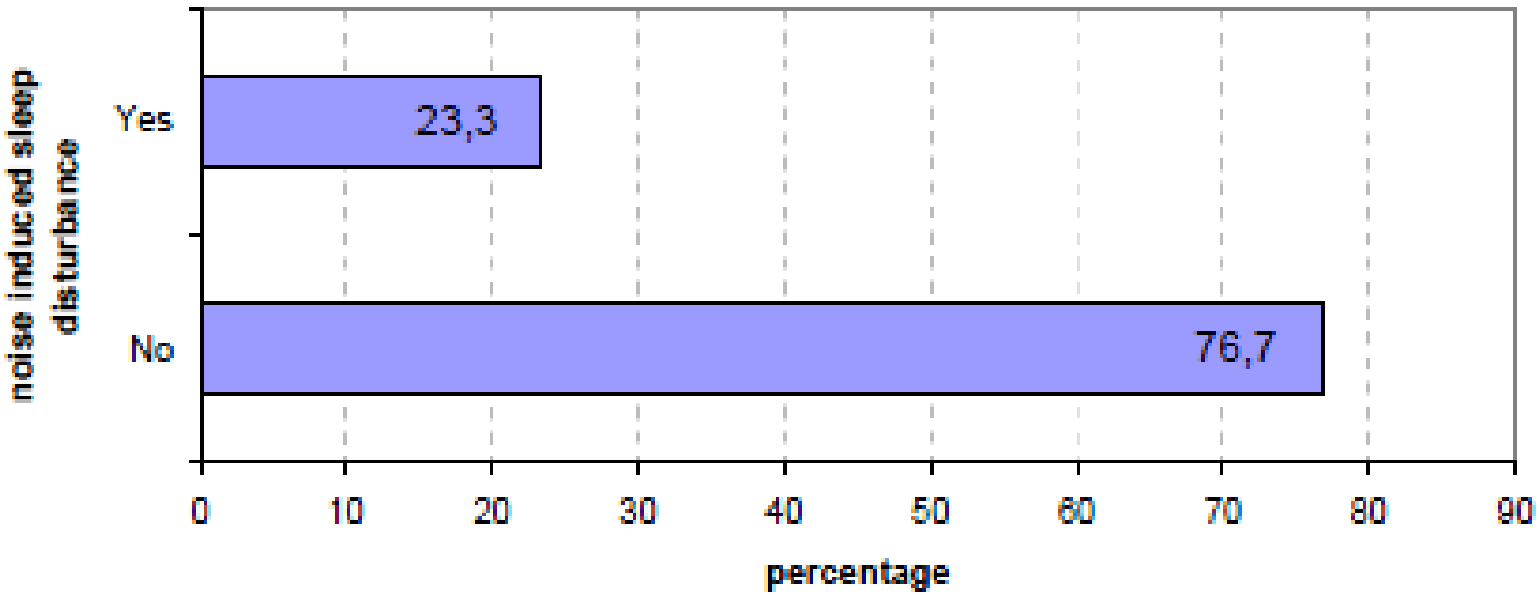


Figure 13: Percentage distribution of noise induced sleep disturbances in the whole sample (N = 8325)

WHO LARES 2004

Pourcentage de la population des Pays-Bas fortement perturbé pendant le sommeil

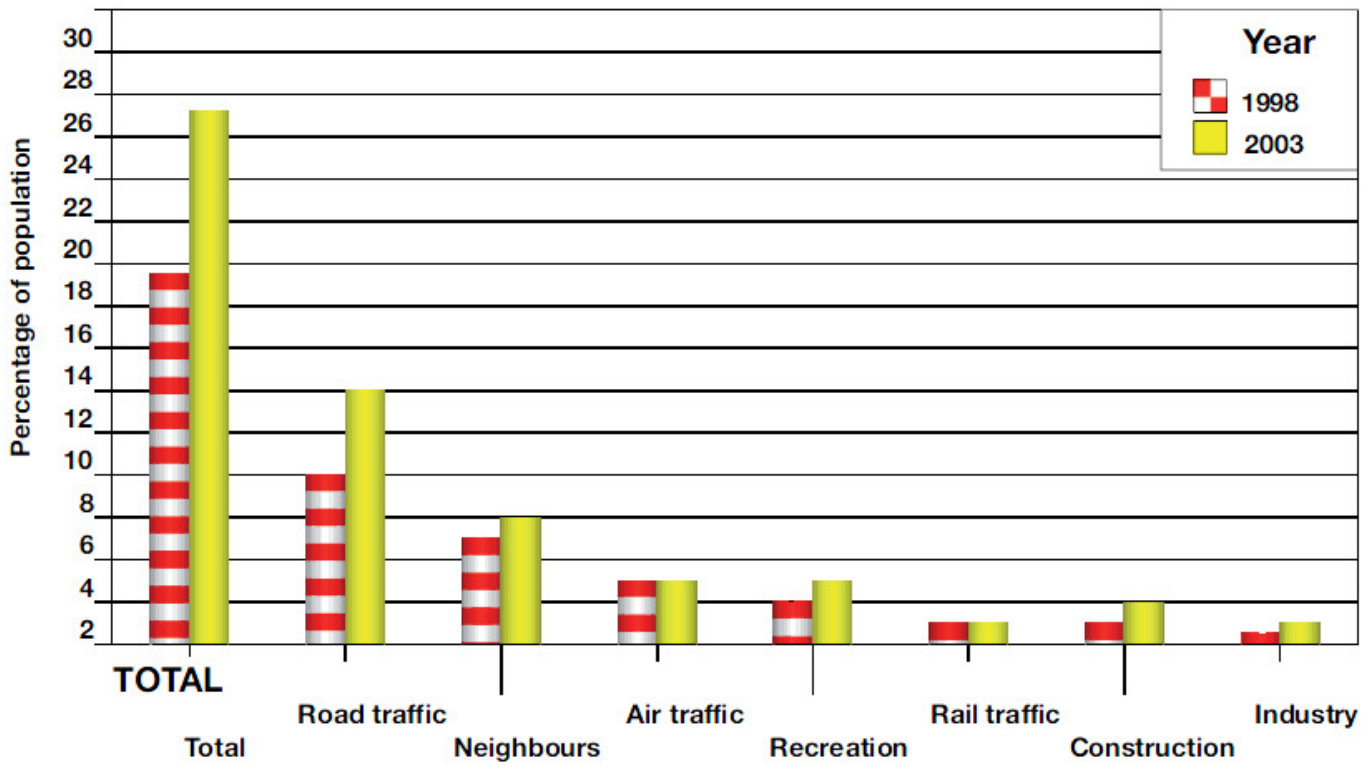
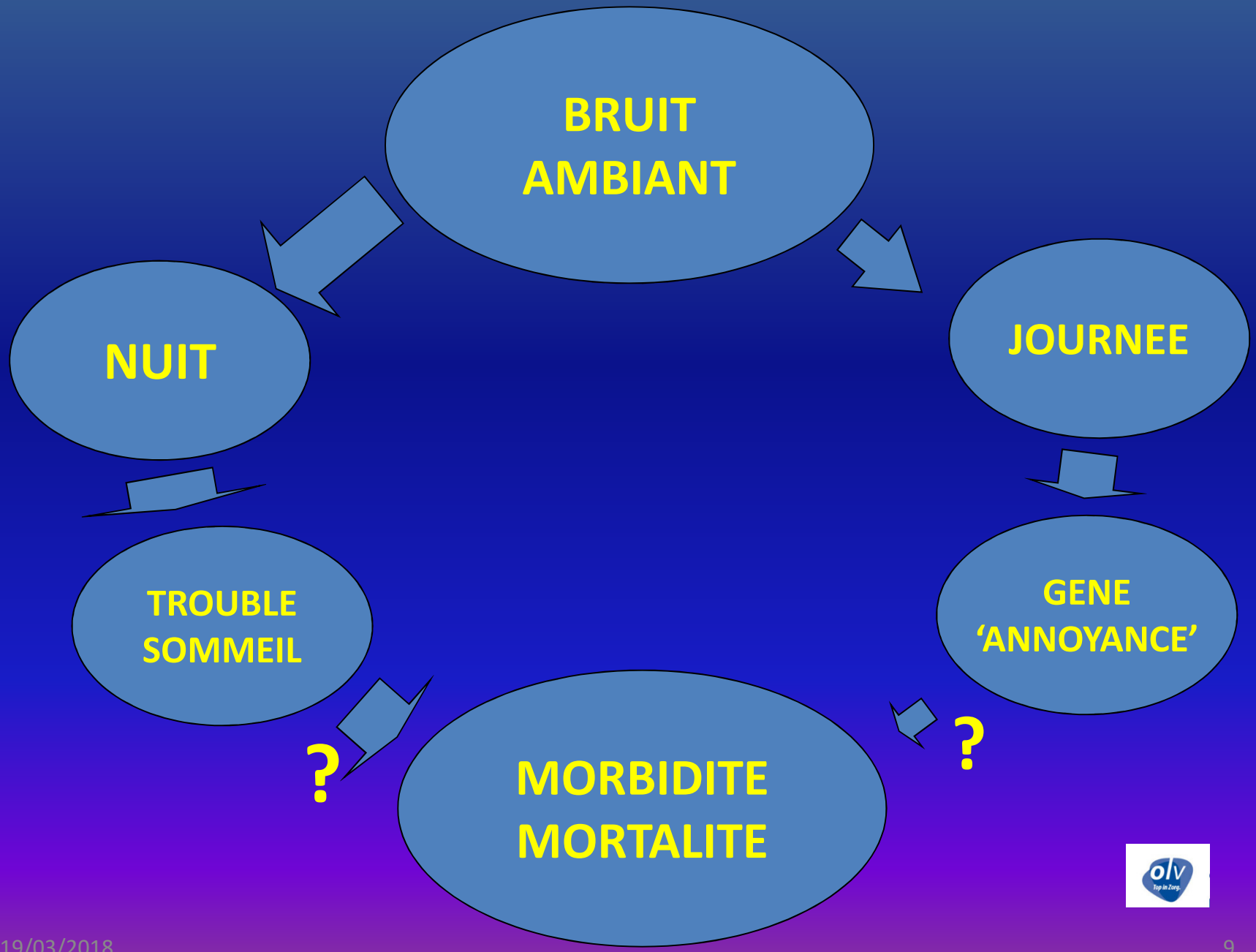


Fig. 1. Percentage of population highly disturbed by noise during sleep in the Netherlands: survey results for 1998 and 2003

WHO Night time noise guidelines 2009

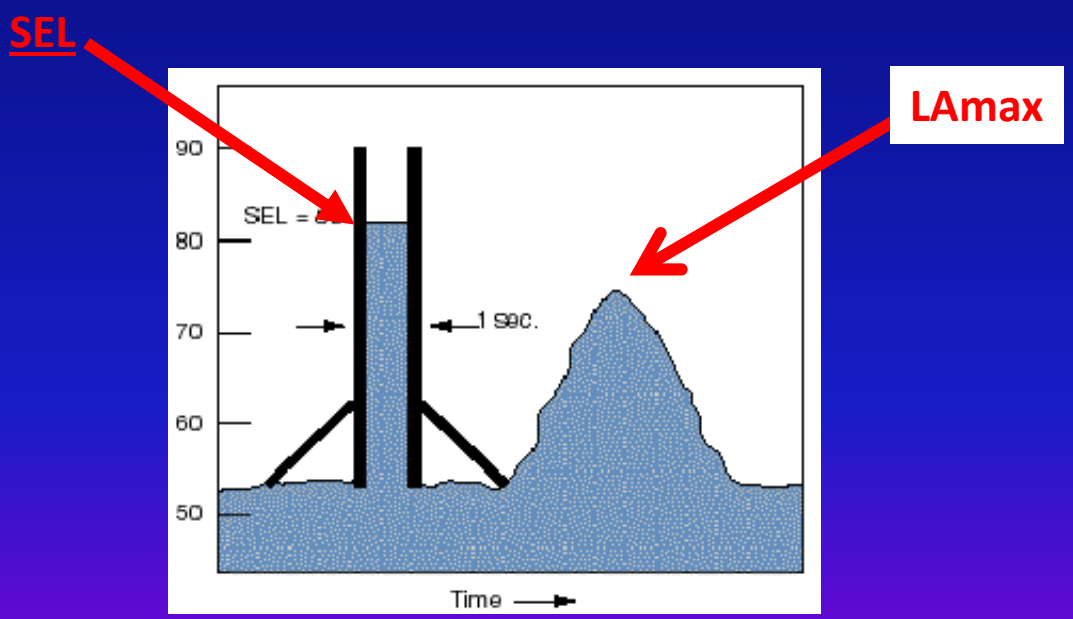

BRUIT AMBIANT
NUIT
JOURNEE
TROUBLE SOMMEIL
GENE 'ANNOYANCE'
?
MORBIDITE MORTALITE
?

Common définir le bruit (environmental)? (OMS)

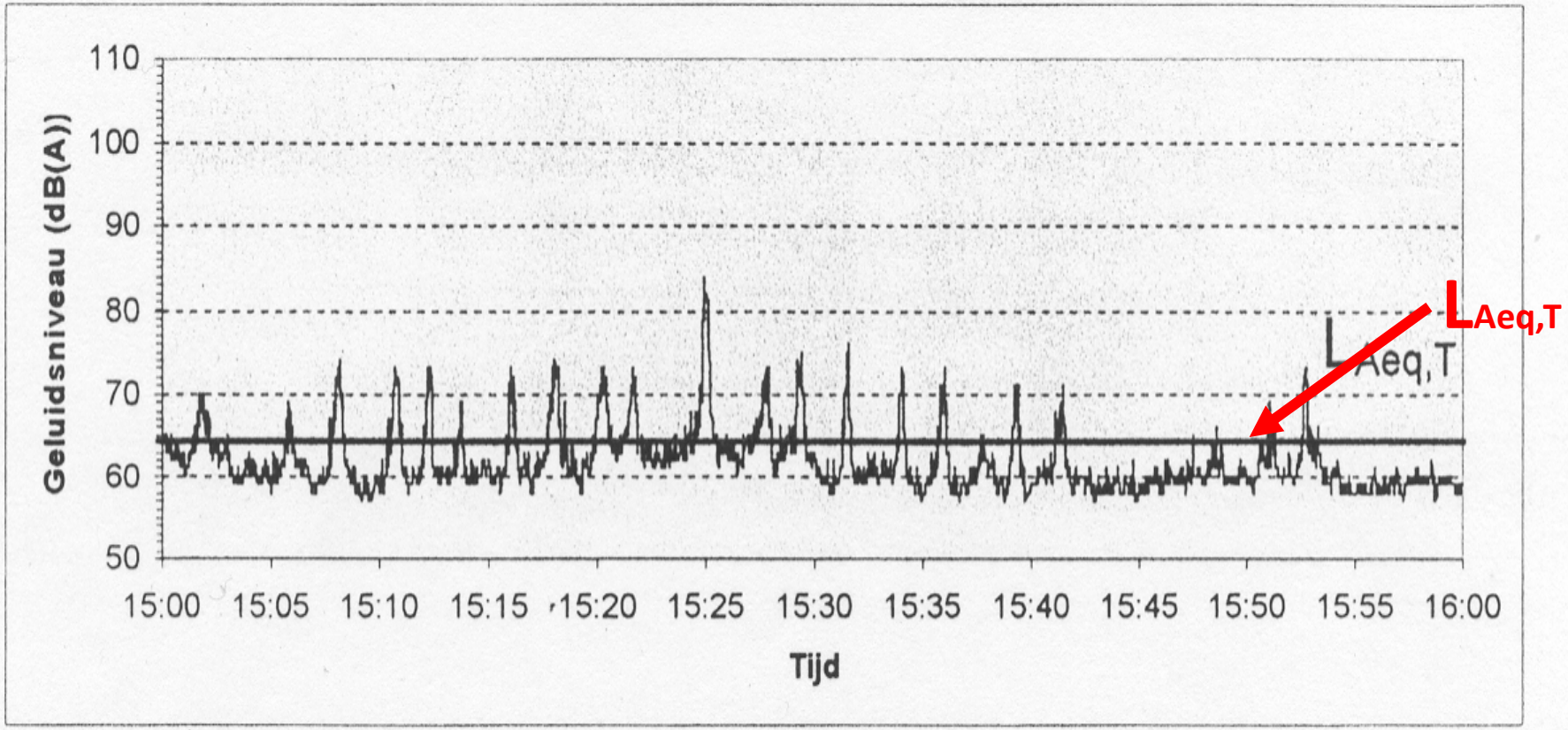
- **Intensité maximale ou le pique de bruit d'un événement bruyant ou LAmax** (A=modulé pour les fréquences audible par l'oreille humaine)
- **Le contenu énergétique** ou SEL 'Sound Exposure Level'
- La **fréquence des événements bruyants** (e.g. nombre de survols)
- Le **niveau moyen d'énergie acoustique pour une periode T** bien définie ou **Laeq,T** (T = 1 heure, la nuit, la journée, …)
- Le niveau moyen d'énergie acoustique avec pénalisation pour la soirée (19-23 h) et la nuit (23-7 h): **Lden** (nuit + 10 dB, soirée + 5 dB)
- **Le contenu en fréquence acoustique de l'événement (spectre de fréquence)** :

LAmax et SEL

- **LAmax**: le niveau maximal d'un événement bruyant en dB(A),
- **SEL**: le niveau d'un événement bruyant qui dure exactement 1 seconde mais qui a le même contenu énergétique que l'événement original



Qu'est-ce-que ça signifie 'énergie acoustique équivalent pendant la période T' ou $L_{Aeq,T}$?'



Figuur 1 *Voorstelling van het A-gewogen equivalente geluidsdrukniveau ($L_{Aeq,T}$)*

Serruys P et al. Geluidscontouren rond de luchthaven Brussel-Nationaal 2001

Niveau d'énergie Acoustique Equivalent corrigé pour les fréquences Audibles($L_{Aeq,T}$)

- Nuit: $L_{Aeq,\ 23\text{-}7h}$ (= L_{night})
- Jour: $L_{Aeq,\ 7\text{-}19h}$(= L_{day})
- Soirée: $L_{Aeq,\ 19\text{-}23h}$(= $L_{evening}$)
- L_{DEN}: pénalisation soirée (+ 5 dB) et nuit (+ 10 dB)

La courbe dose-réponse de la CE pour Lden - ennui (annoyance)

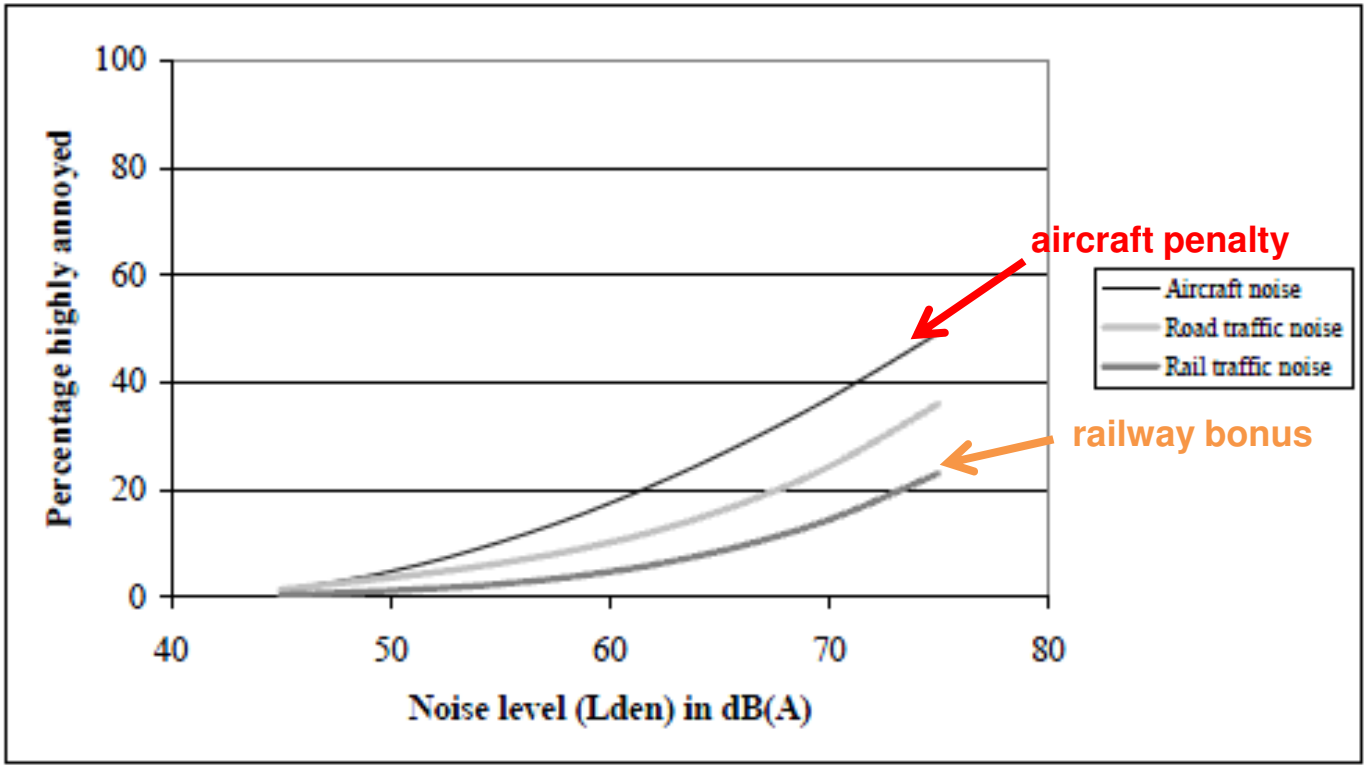


Figure 3. Exposure-effect-relationships for the association between noise (expressed as L_{den}) from different sources and annoyance derived by Miedema and Oudshoorn (2001).

Miedema en Oudshoorn 2001

Trading of one B727 for more 'silent' aircraft

95 dBA[1]

92 + 92 dBA

89 + 89 + 89 + 89 dBA

86 + 86 + 86 + 86 + 86 + 86 + 86 + 86 dBA

83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 + 83 dBA

$L_{Aeq,23\text{-}07h}$: identique mais comment vous dormez mieux?

1 : WHO guideline at outside facade = 60 dBA L_{Amax}

A yearly averaged Lnight of 40 dBA does not protect against sleepdisturbance bij aircraftnoise

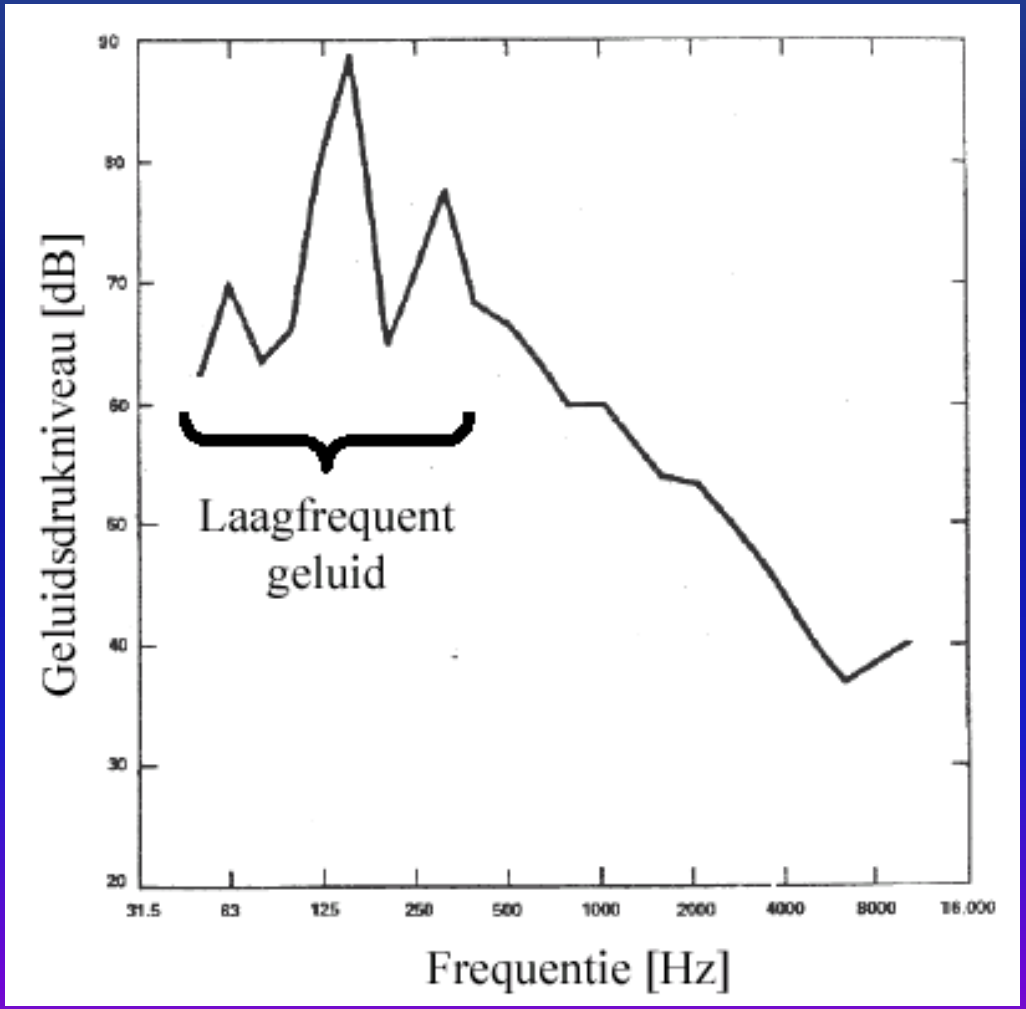
Number of events per year corresponding to

Lnight of 40 dBA (outside) = 25 dBA (inside)

SEL (dBA)	95	90	85	80	75	70	65	60	55
Number of events per year	1	3	11	33	105	333	1052	3327	10520

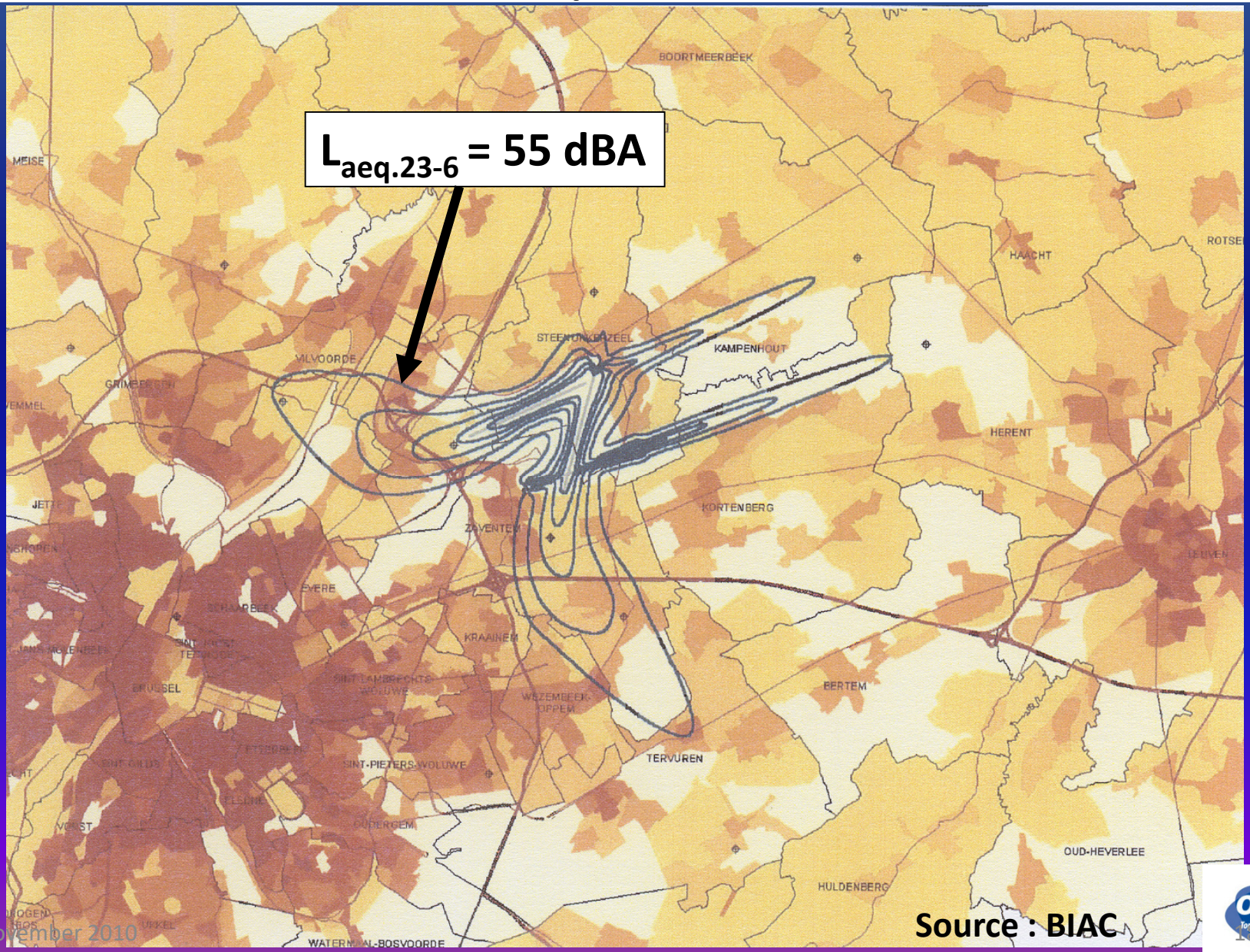
Beoordeling van geluidpieken in de woonomgeving'
Miedema en Passchier Vermeer, TNO 1999 (TNO 99.023).

Le spectre auditif du bruit d'un avion



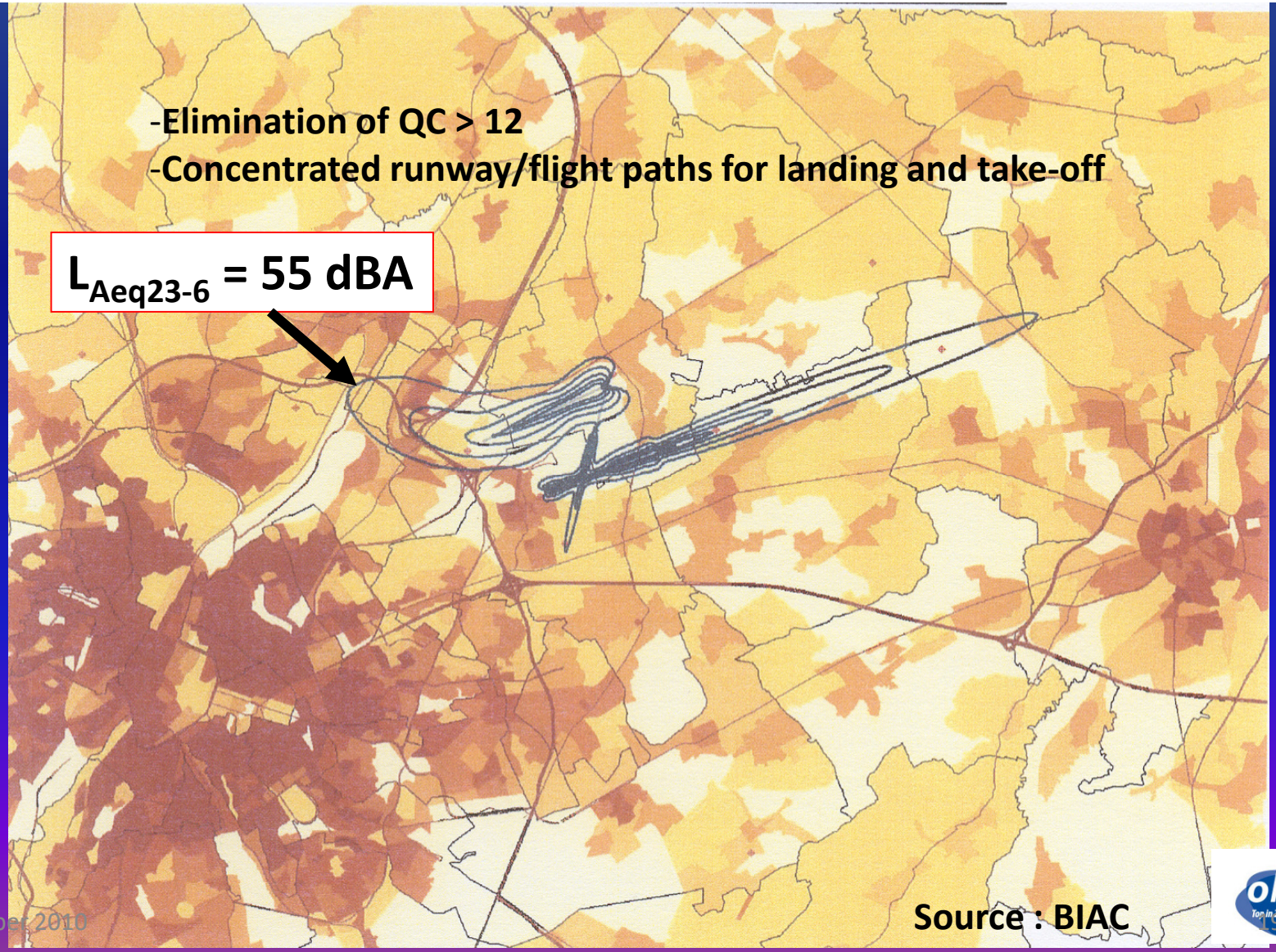
La voix humaine 750 – 1500 Hz, audible 20 – 20 000 Hz

Noise Contour Map : $L_{Aeq\ 23\text{-}06h}$ 55 dBA: 2000

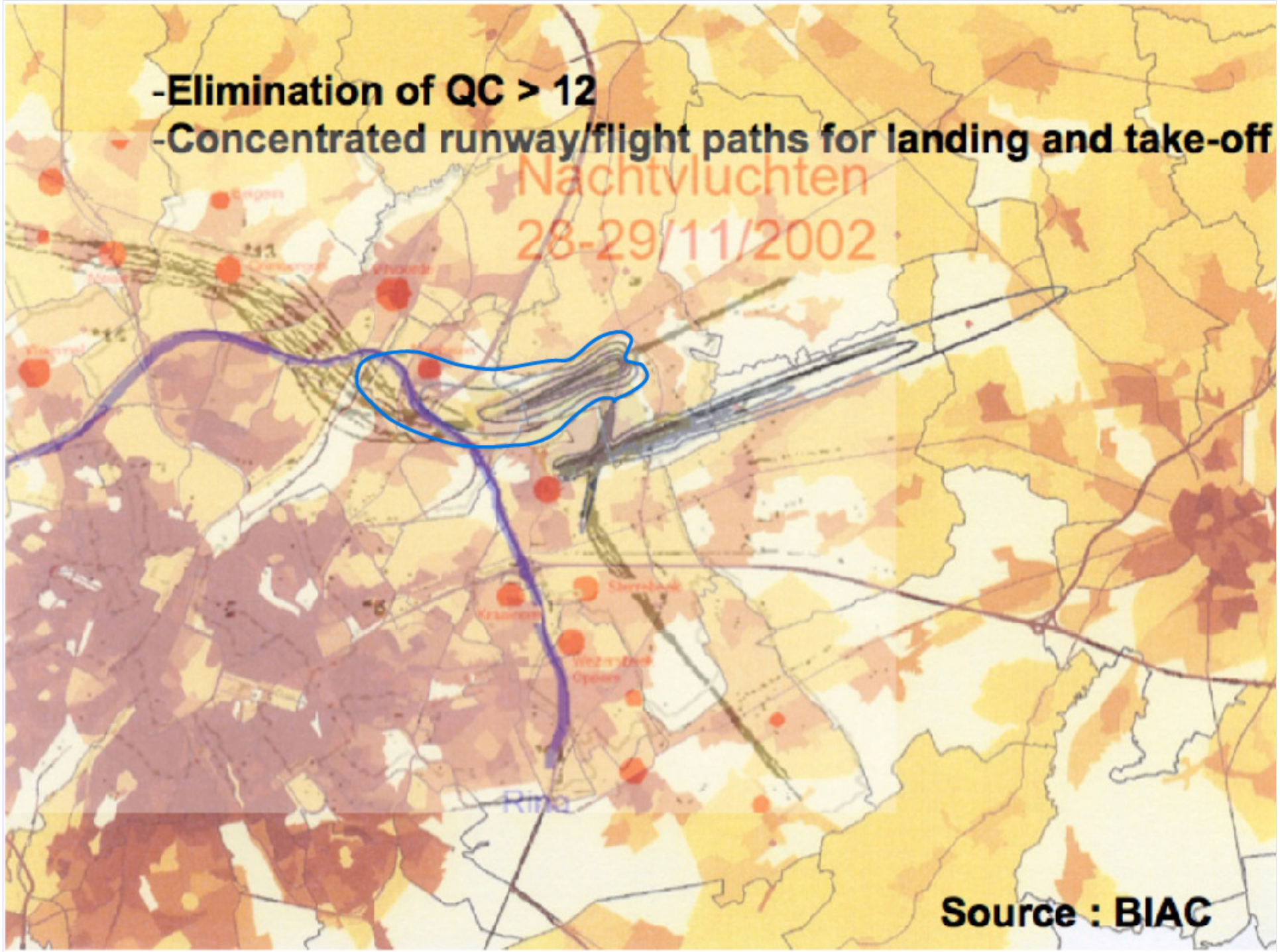


Source : BIAC

Predicted Noise Contour Map : LAeq 23-06h 55 dBA: 2003



Source : BIAC

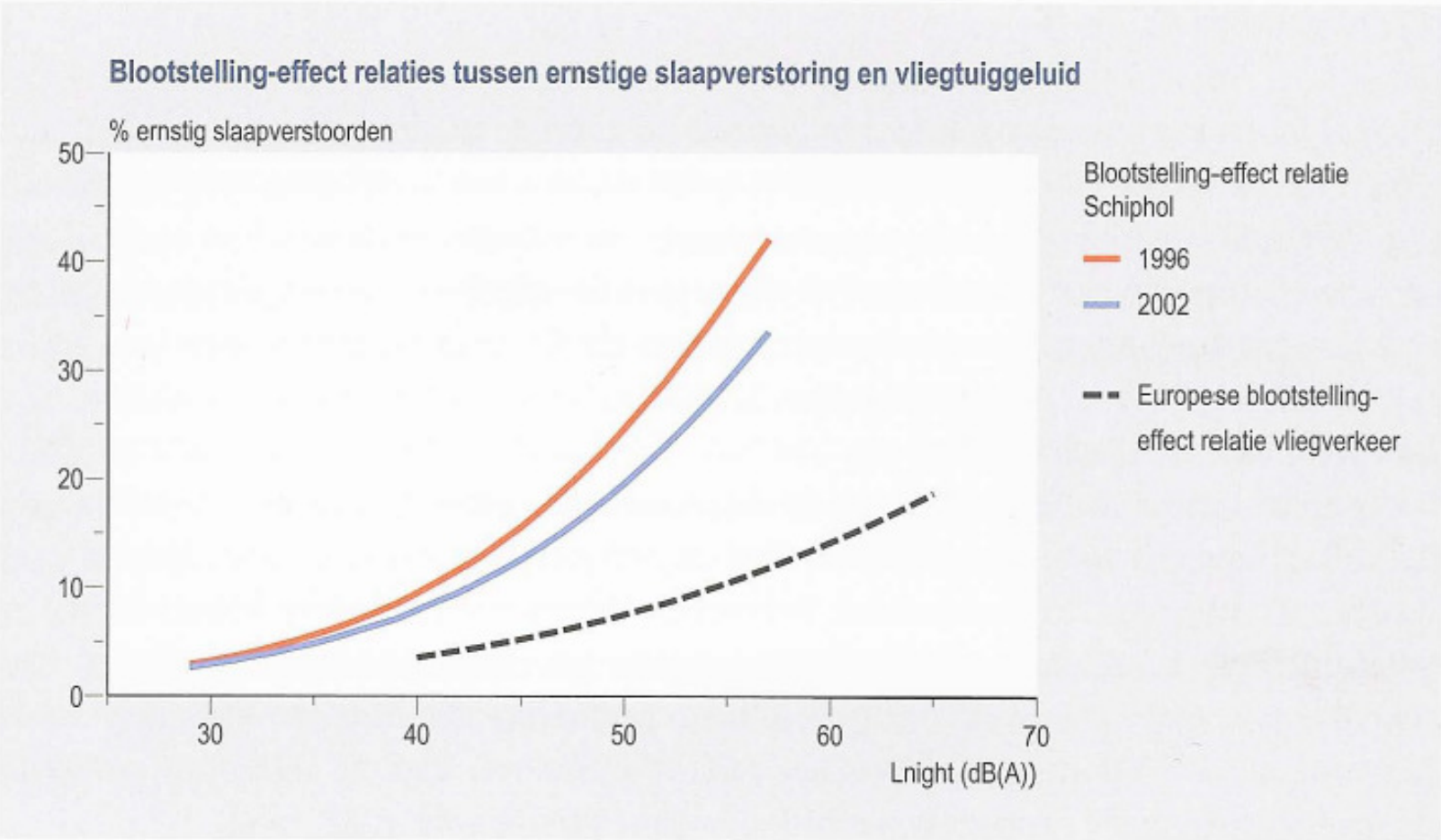

-Elimination of QC > 12
-Concentrated runway/flight paths for landing and take-off
Nachtvluchten
28-29/11/2002
Ring
Source : BIAC

Est-ce-que les politiques étaient au courant de ces données à l'époque?

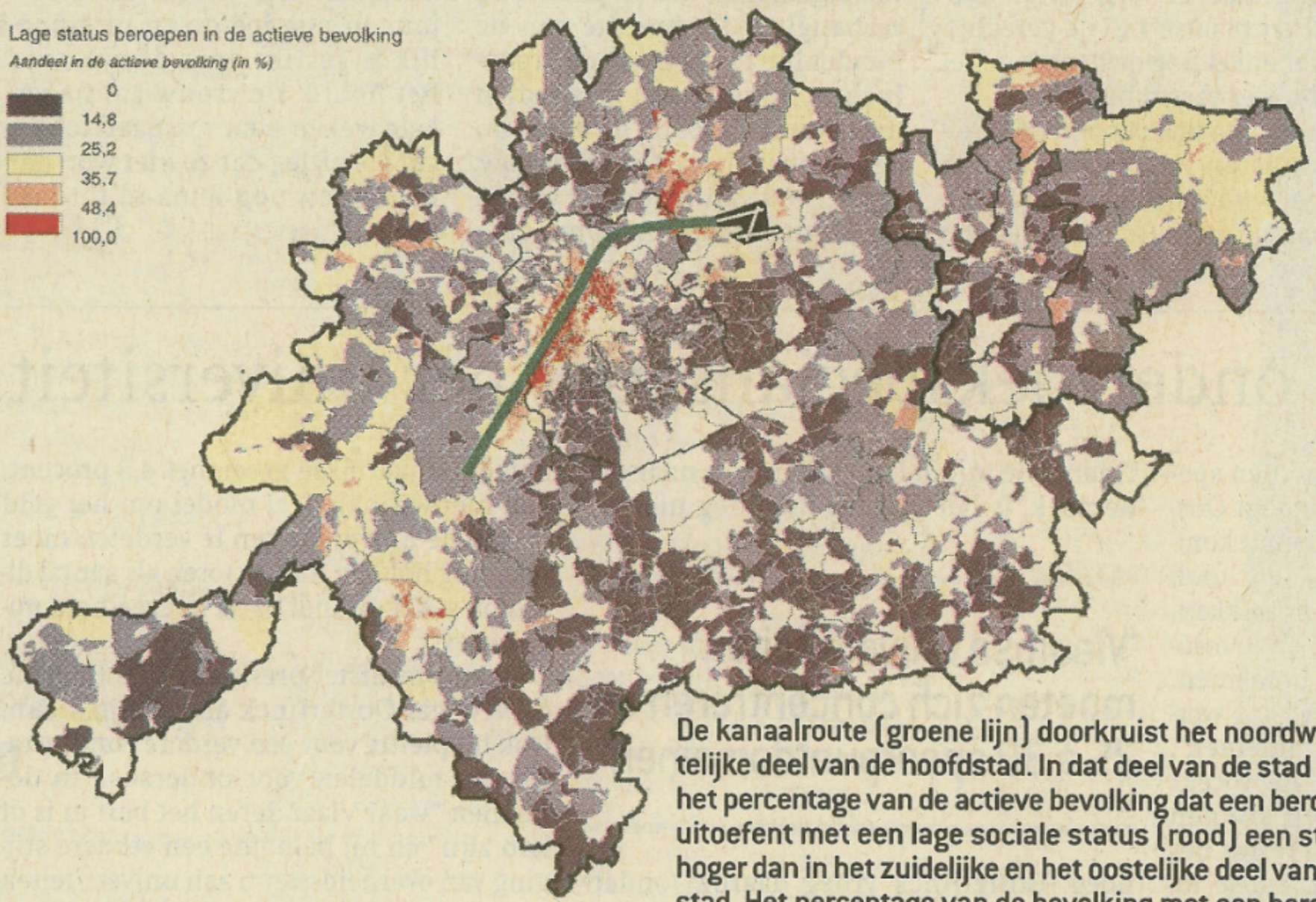
*'La **concentration** des trajectoires **pendant la journée** générerait localement un tel niveau de nuisances sonores et autres, s' il était effectivement concentré au-dessus de quelques bandes du territoire qu'on peut estimer **qu'une bonne partie de celles-ci en deviendraient de facto inhabitables**. Une telle stratégie ne peut par conséquent être envisagée dans l'immédiat. Cette position pourrait toutefois être revue à l'avenir en fonction des résultats des programmes d'isolation et d'expropriation...'*

Groupe de Travail Interministeriel
PROBRU 18 septembre 2000

La courbe de la CE, encore représentative en 2000?

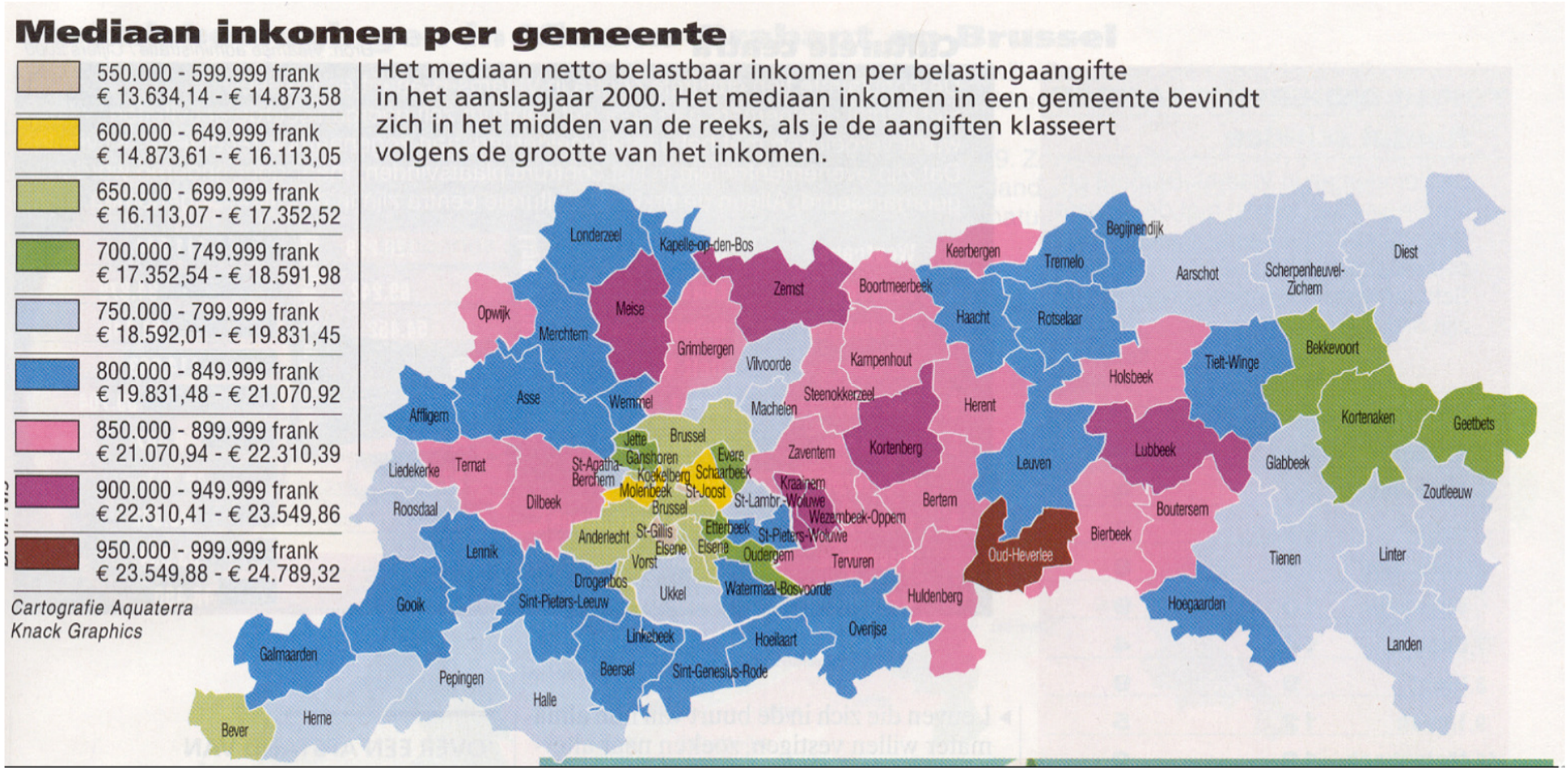


Figuur B.2.5 Blootstelling-effect relaties tussen zelfgerapporteerde ernstige slaapverstoring en vliegtuiggeluid (Lnight) berekend uit de enquêtes van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol, die zijn uitgevoerd in 1996 en in 2002 en volgens Miedema et al. (2004) voor de EU.

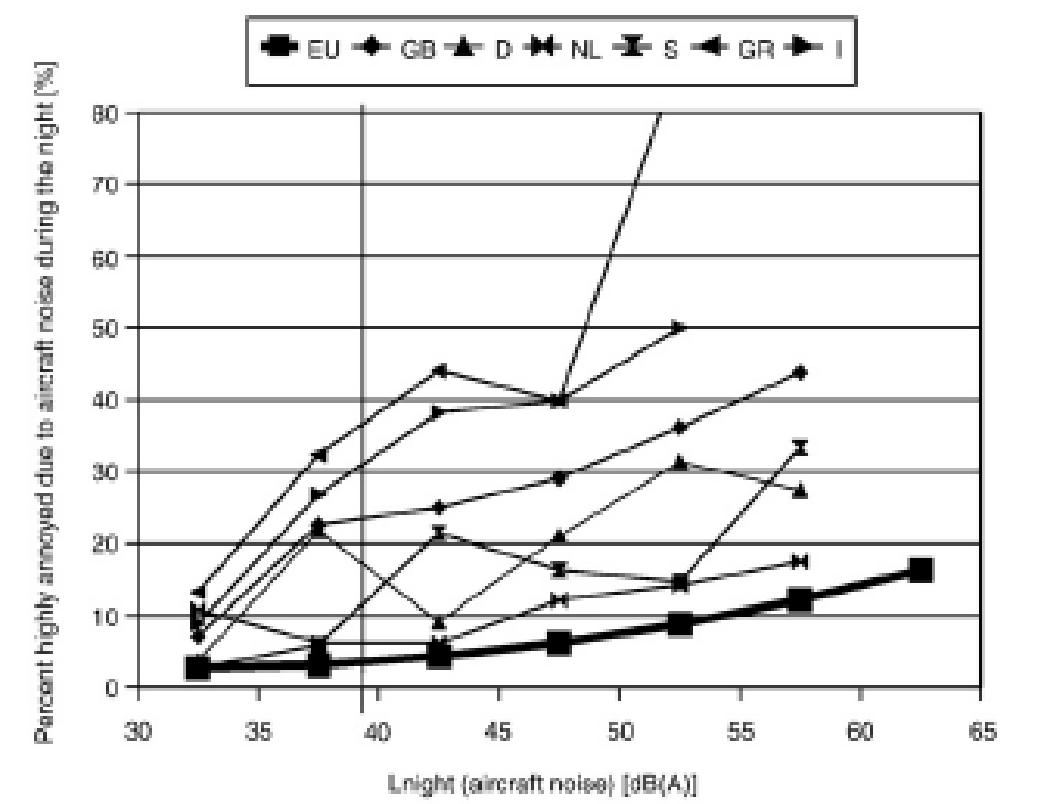


De kanaalroute (groene lijn) doorkruist het noordwestelijke deel van de hoofdstad. In dat deel van de stad ligt het percentage van de actieve bevolking dat een beroep uitoefent met een lage sociale status (rood) een stuk hoger dan in het zuidelijke en het oostelijke deel van de stad. Het percentage van de bevolking met een beroep met lage sociale status is een goede graadmeter om de mate van achterstelling van een buurt in te schatten.

Revenu par commune en FB (2000)

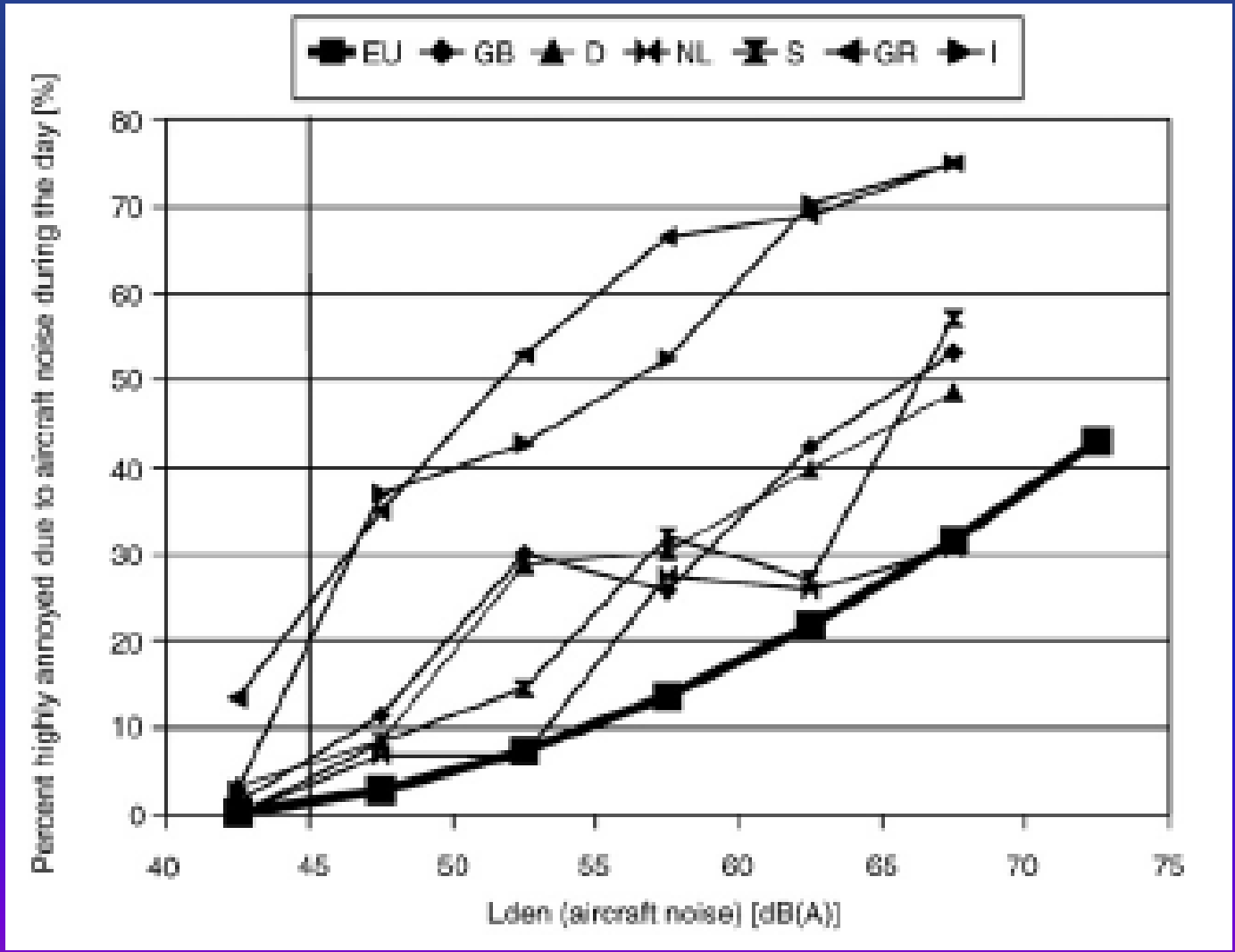


La relation de la CE de nuit (Lnight) sous-estime gravement la réalité d'aujourd'hui



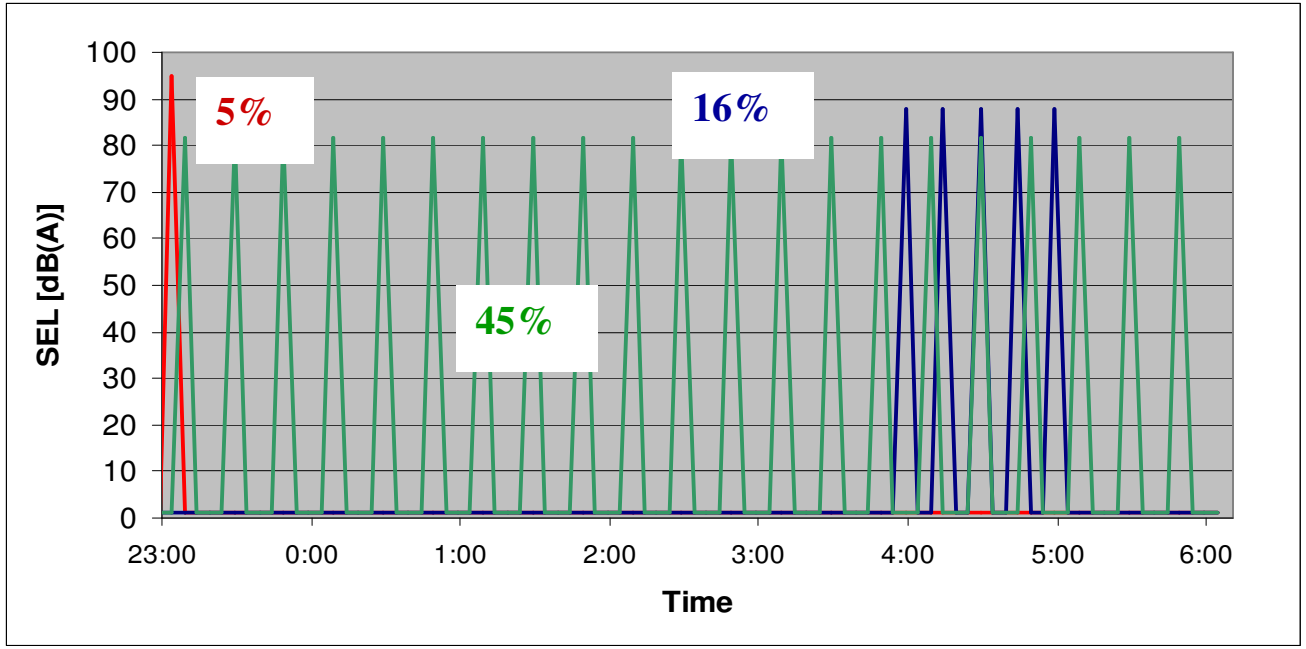
Babisch W et al Environment International 2009 (HYENA)

Pour Lden la même chose …



Babisch W et al Environment International 2009 (HYENA)

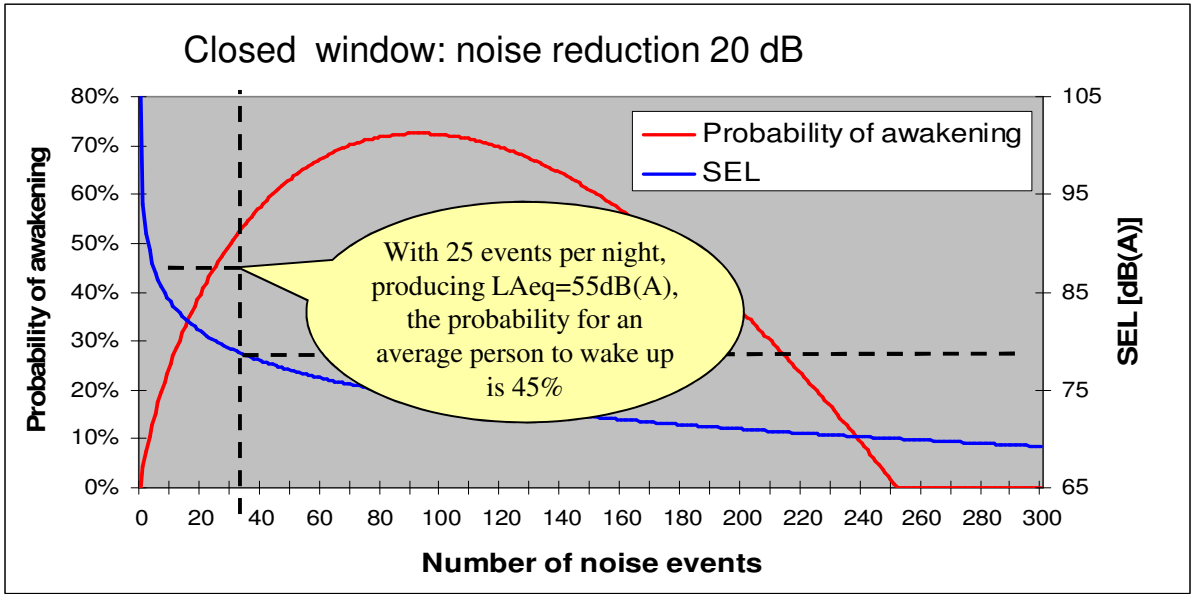
Different Noise Patterns with Identical $L_{Aeq,23\text{-}06h}$ = 51 dBA (outside)



	Scenario 1 (red)	Scenario 2 (blue)	Scenario 3 (green)
Number of events	1	5	21
LAeq	**51** dB(A)	**51** dB(A)	**51** dB(A)
Probability of awakening	1 night on **20**	1 night on **6**	1 night on **2**
Probability of sleep disturbance	1 night on 3	once per night	4 times per night

Calculations assume an open window, 15 dB noise reduction.
Nederlandse Gezondheidsraad 1997: % awakening = 0.0018 x (SEL inside – 55)

“Probability of awakening” at identical $L_{Aeq,23\text{-}06h}$ = 55 dB(A)

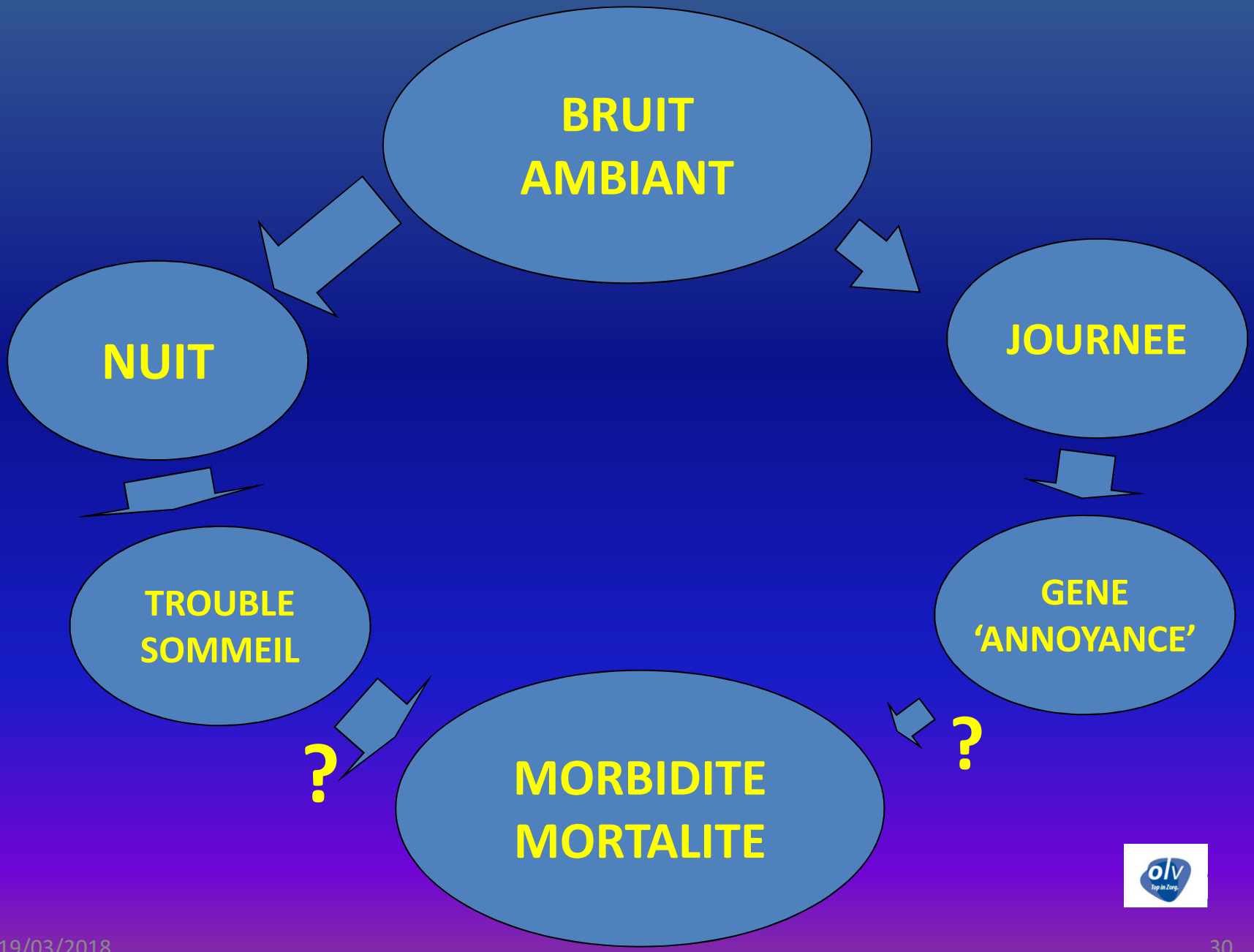


- At identical LAeq the harmfull effects become much more important with increasing number of events !

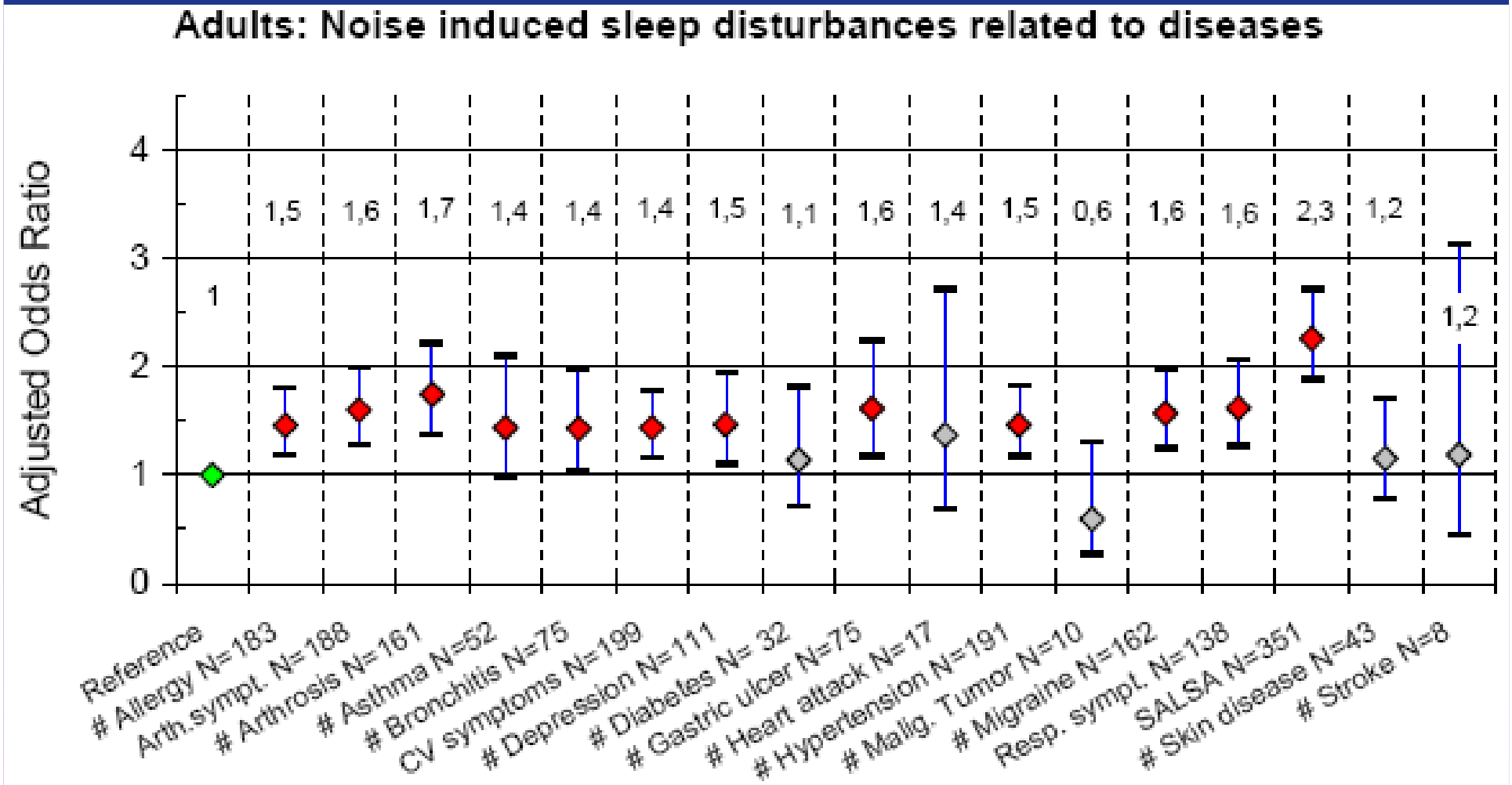
Worst Case Scenario for sleep disturbance

'At a given Lnight value, the most unfavourable situation in terms of a particular direct biological effect of night-time noise is not, as might be supposed, one characterised by a few loud events per night. Rather, the worst case scenario involves a number of noise events all of which are roughly 5 dBA above the threshold for the effect in question..'

The Influence of Night –time Noise on Sleep and Health, **2004**, p 17.

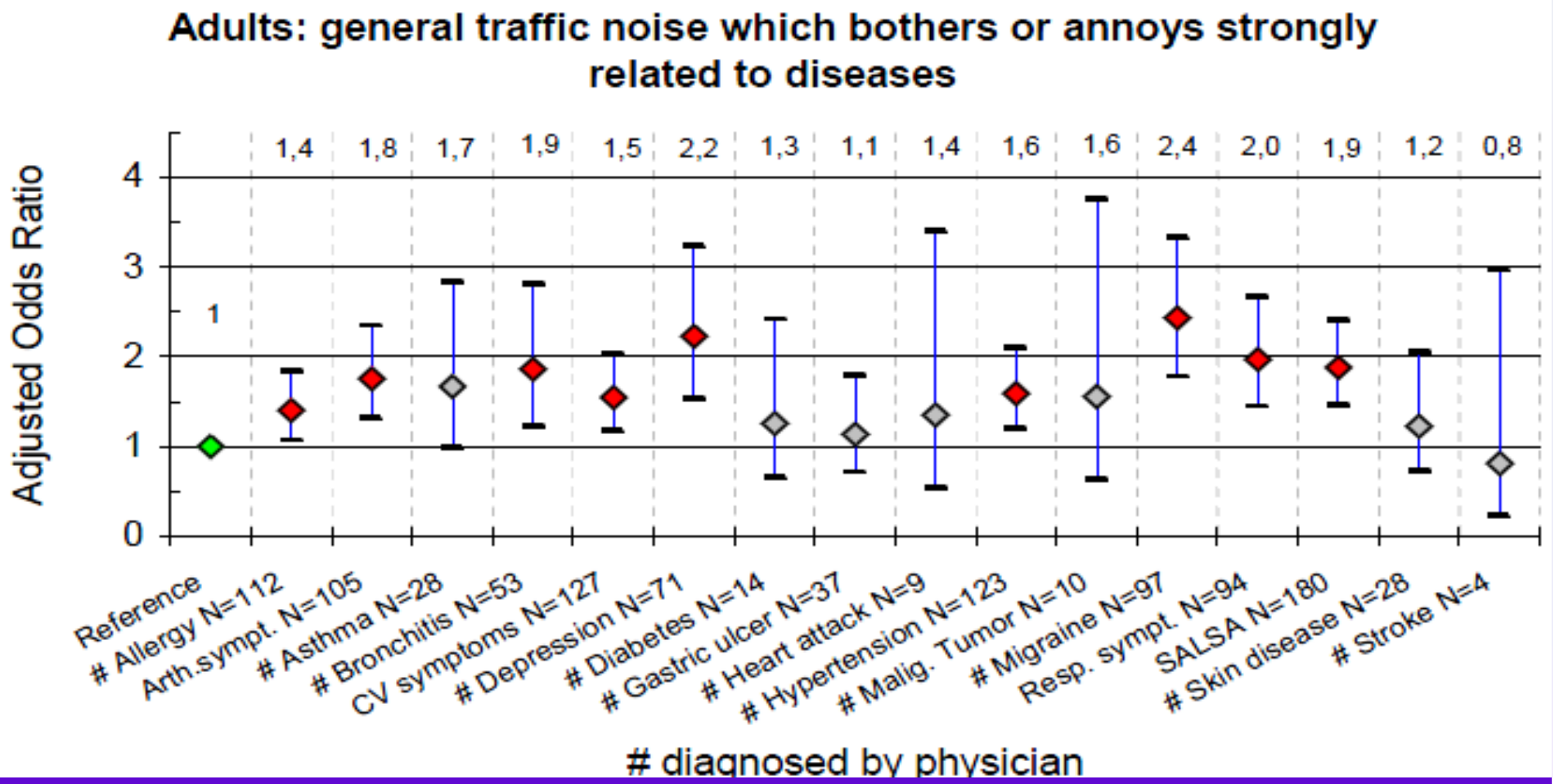

BRUIT AMBIANT
NUIT
JOURNEE
TROUBLE SOMMEIL
GENE 'ANNOYANCE'
?
MORBIDITE MORTALITE
?

‘Est-ce que votre sommeil a été perturbé par le bruit dans les quatre dernières semaines? *(18-59yr)*



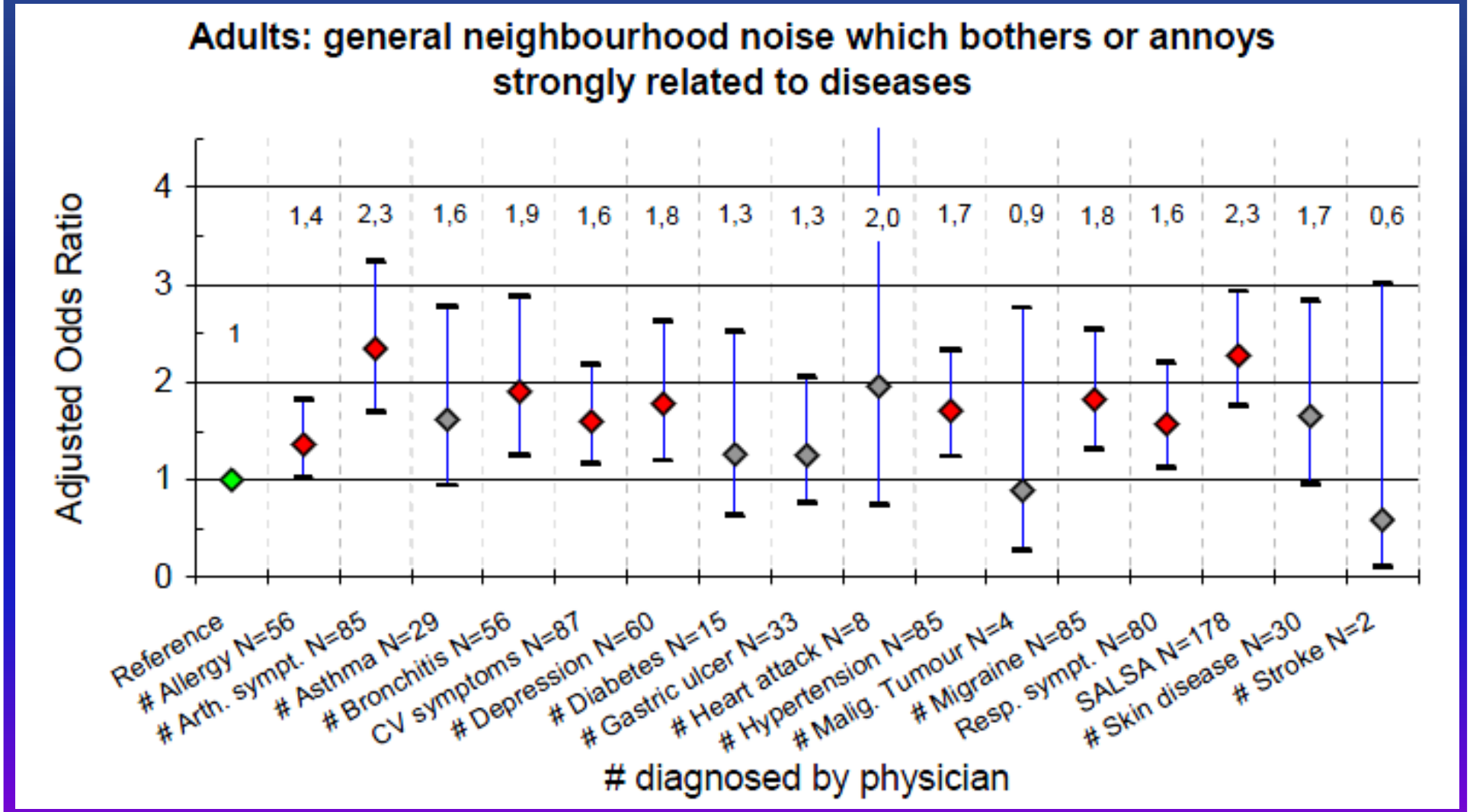
WHO LARES (2004)

LARES: des gens qui se sentent fortement perturbé par le bruit du trafic pendant la journée (18-59 yr)



WHO LARES, 2004

LARES: des gens qui se sentent fortement perturbés par le bruit des voisins (18-59 yr)



Neighbourhood noise: neighbour flat, staircase, playing chilldren, noise within the dwelling,…

LARES (WHO)

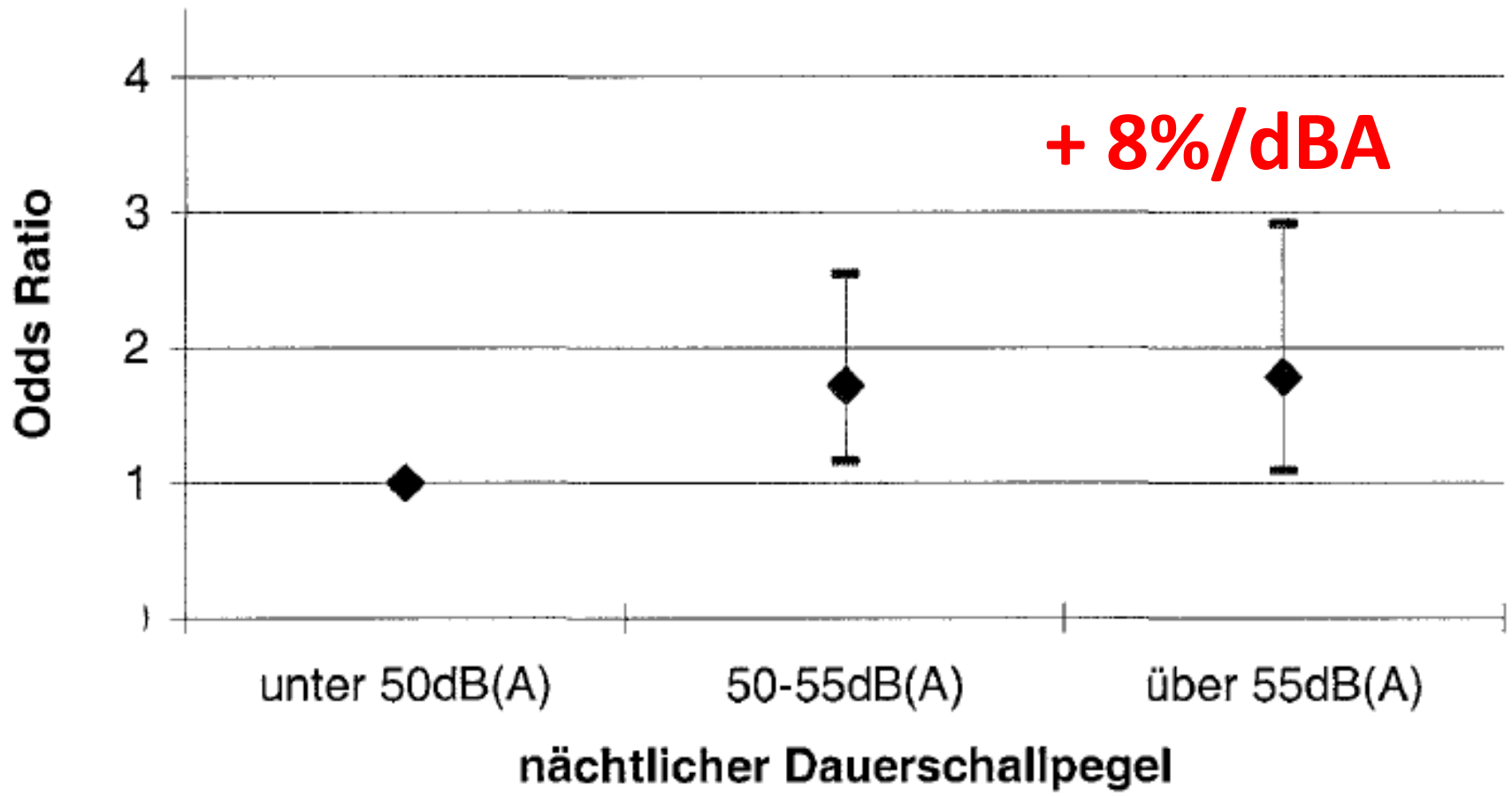
- Démontre des corrélations significatives entre
  - Le bruit ambiant (nuit et jour)
  - *ET*
  - Une longue liste de maladies
- Causalité? Probablement oui:
  - Relation dose-réponse
  - Une plausibilité biologique
  - Relations similaires pour le bruit de trafic et des voisins

Relation Directe Decibels-Santé?

EXPOSITION
AU
BRUIT

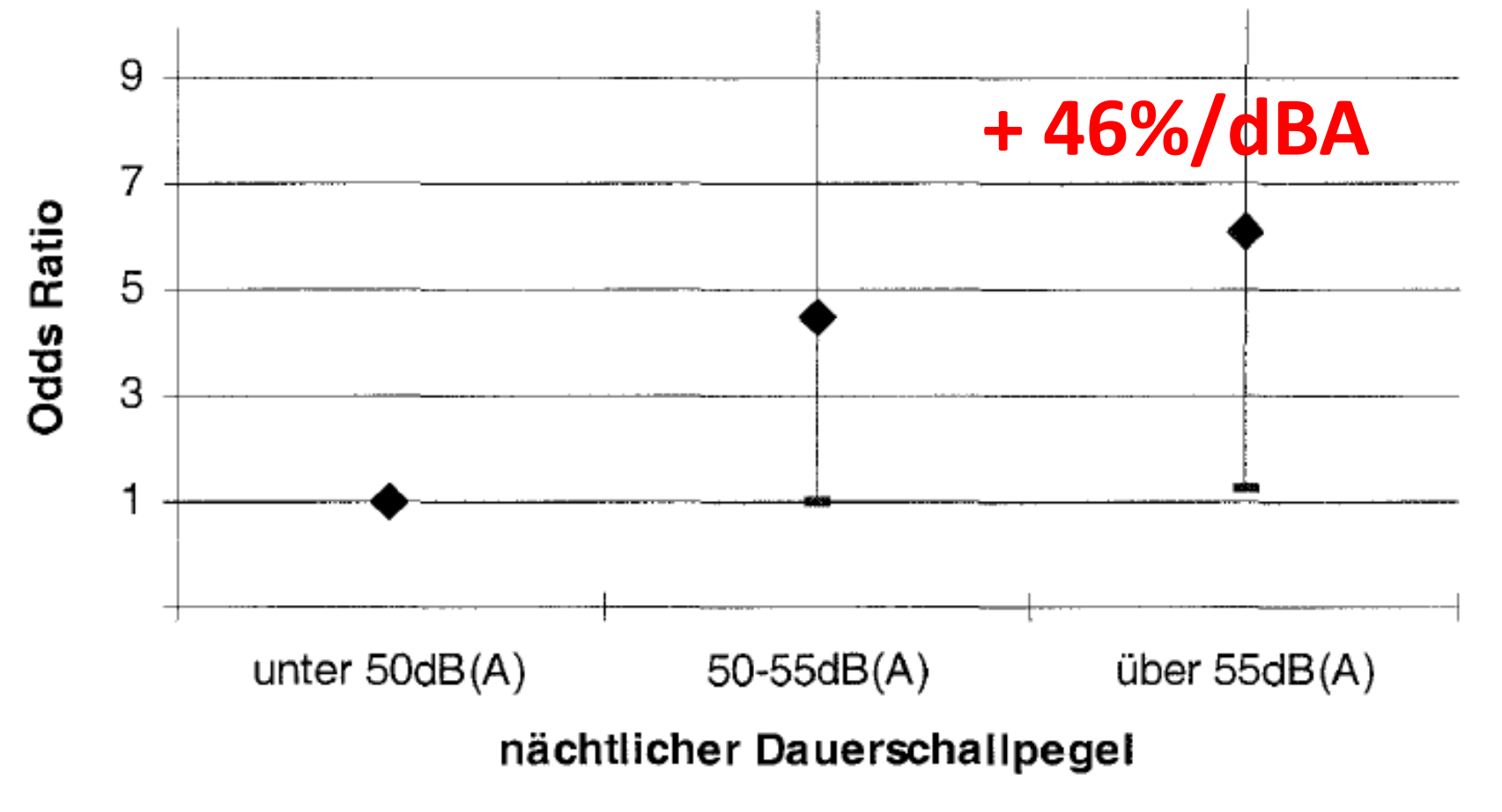
MORBIDITE
MORTALITE
(EFFET DU BRUIT)

Nuisances Sonores Nocturnes liées au Trafic Routier à Berlin et Risque d'Hypertension (all)



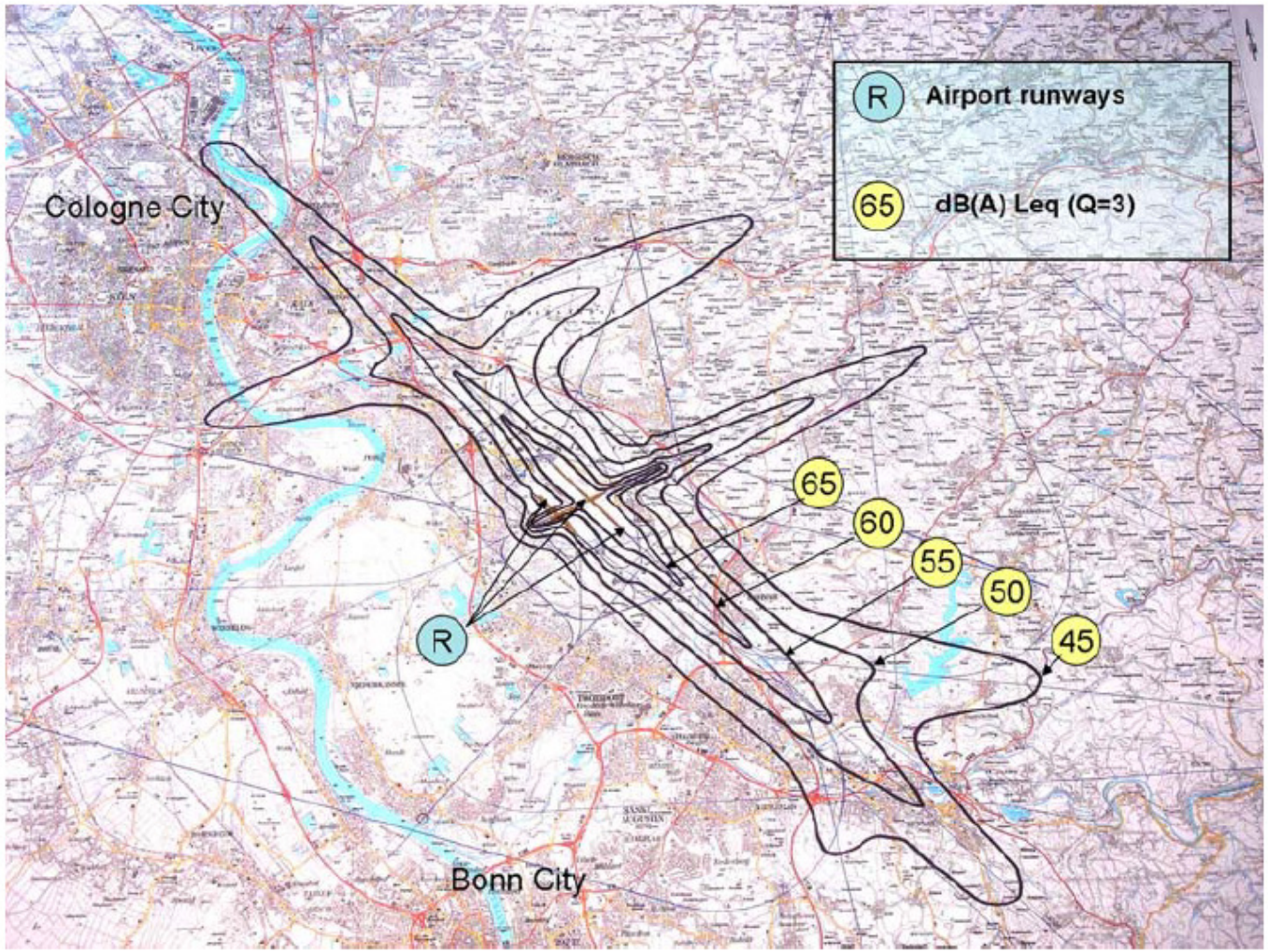
SGS: Maschke et al, 2003, Forschungsbericht 298 62 515 UBA-FB 000387

Nuisances Sonores Nocturnes liées au Trafic Routier à Berlin et Risque d'Hypertension (fenêtre ouverte)



SGS : Maschke et el, 2003 Forschungsbericht 298 62 515 UBA-FB 000387

The Cologne-Bonn Airport study



Greiser et al. J Public Health (2007) 15:327–337

Risque de maladies cardiovasculaires et nuisances sonores des avions (> 40 ans)

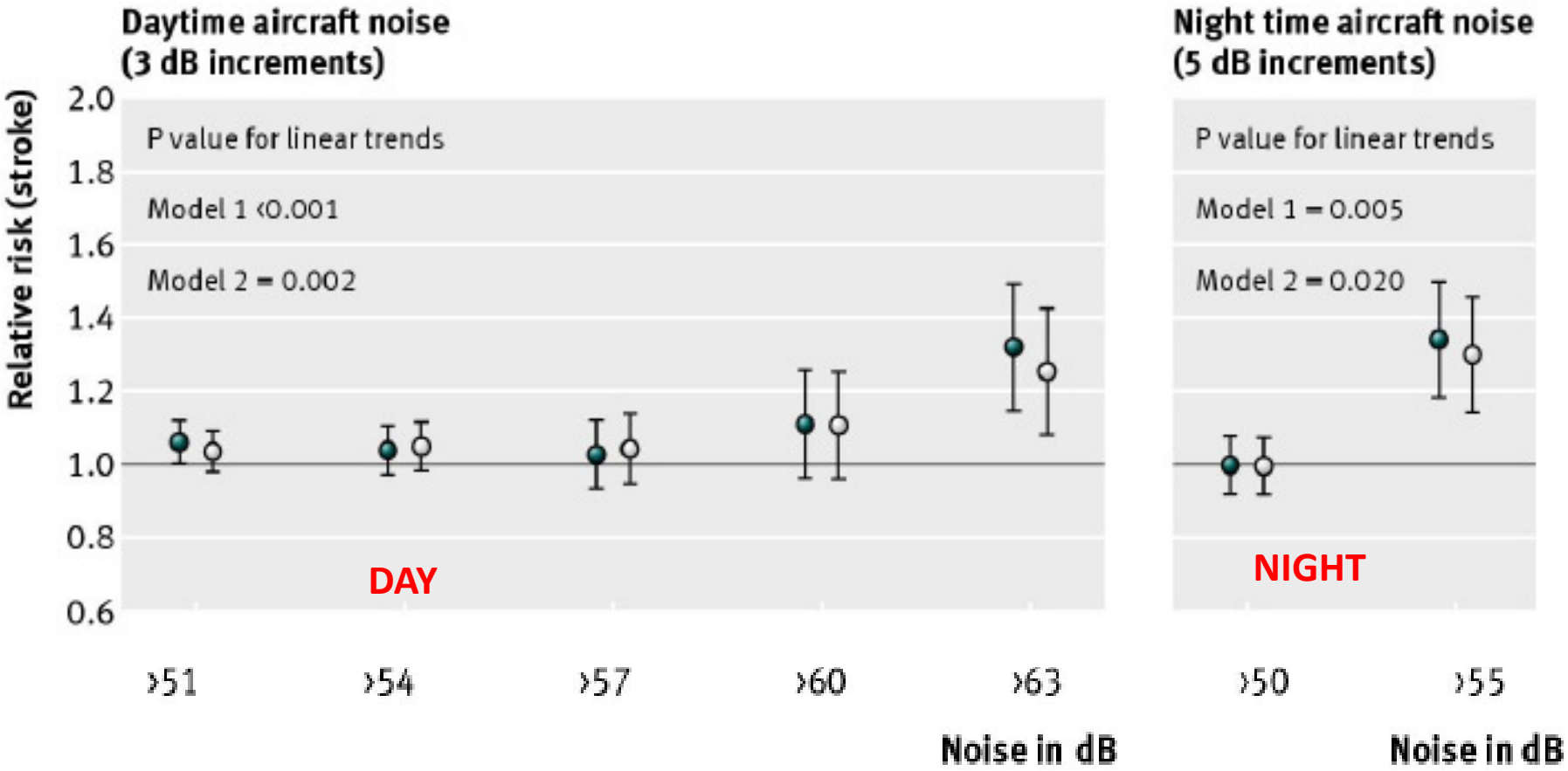
DISEASE	LAeq day >60 dB	Lnight >55dB
CV DISEASES	+ 93%	+115%
STROKE	+ 172%	+ 139%
CORONARY ARTERY DISEASE (STABLE)	+ 80%	+ 110%

OR a développer une maladie cardiovasculaire 1.055 (CI 1.031-1.082) / 1 dB > 40 Lnight)

Cologne Bonn Airport Noise Study

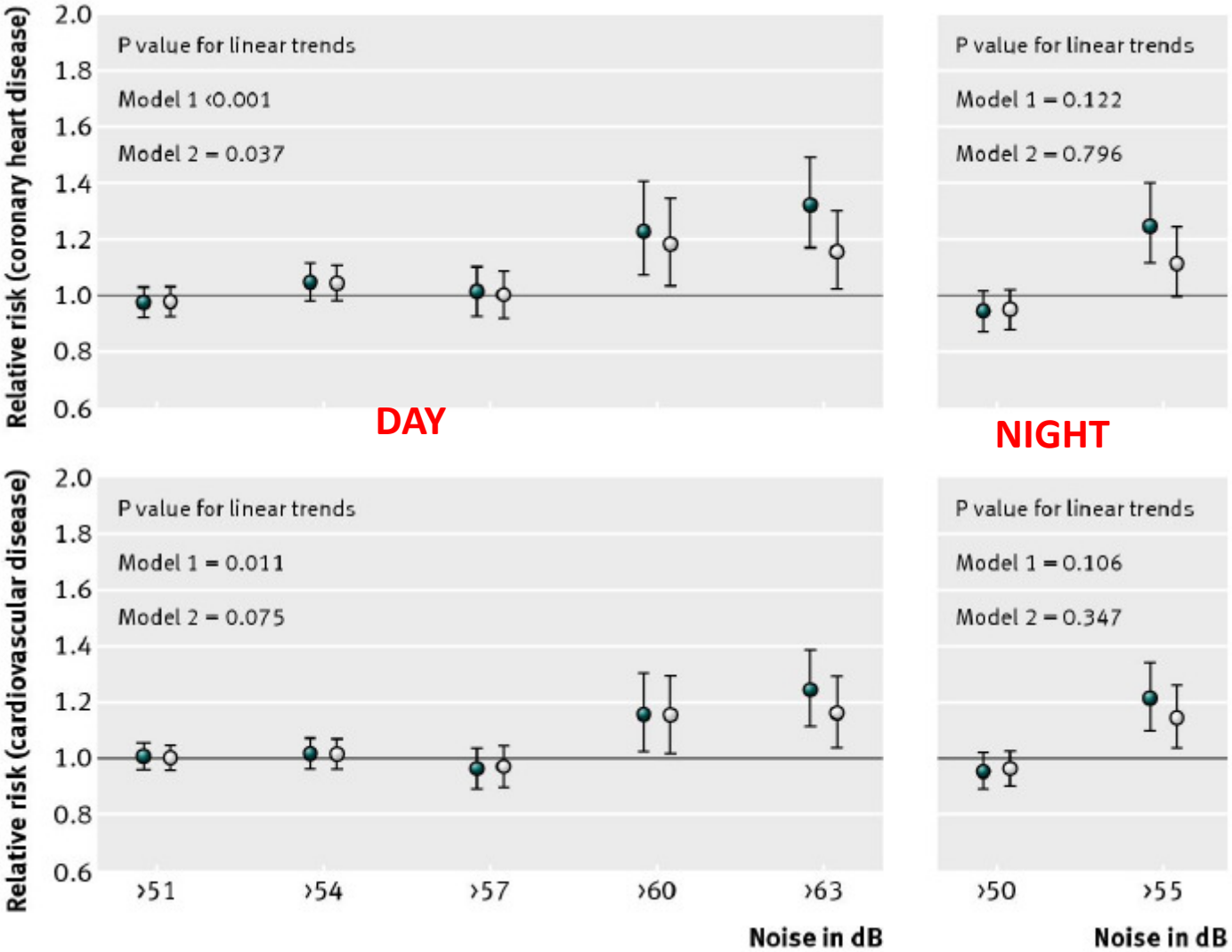
http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3774.pdf

Risque de thrombose cérébrale (AVC) et Nuisances Sonores des Avions (Heathrow)



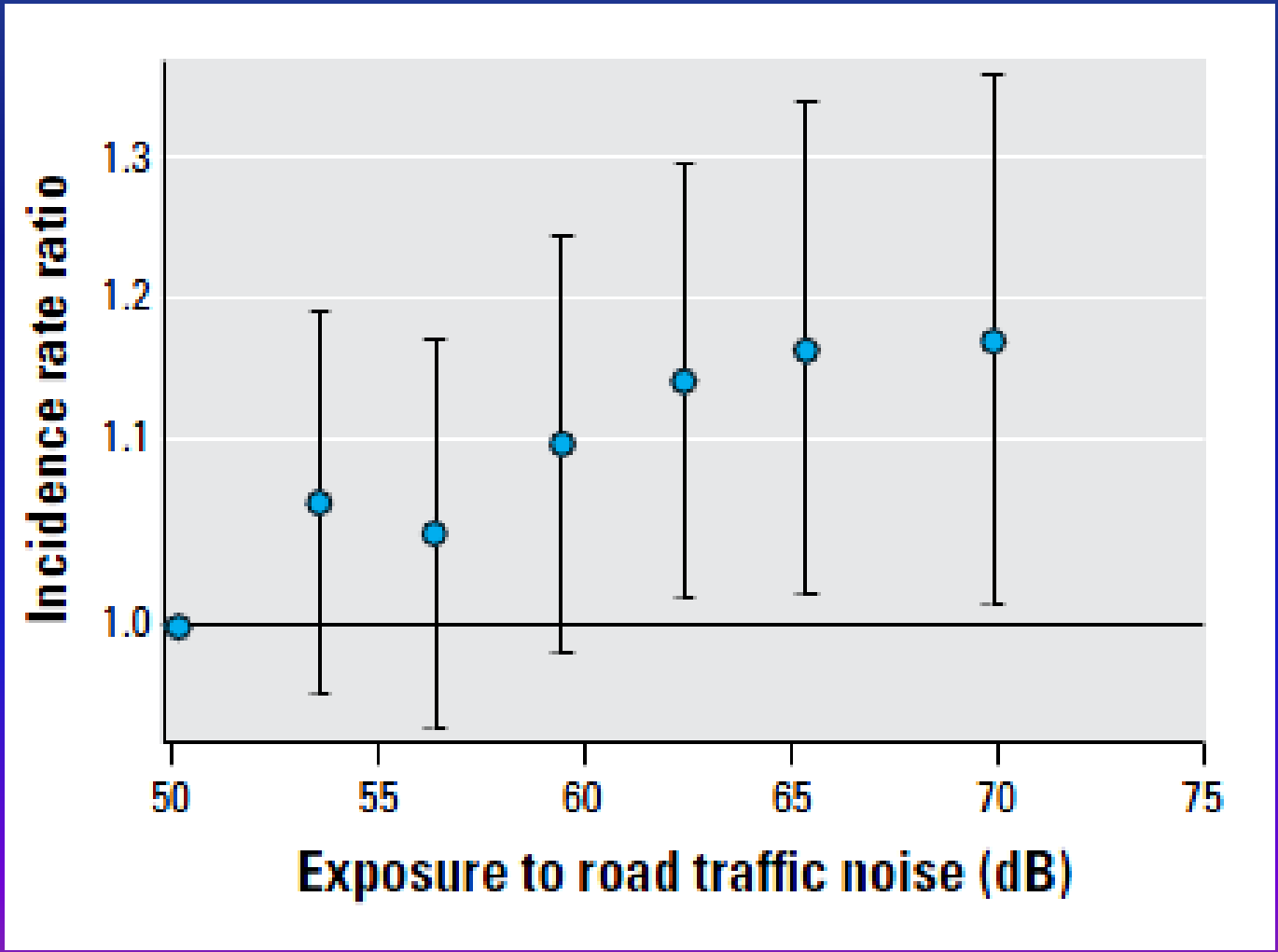
Hansell et al *BMJ* 2013;347:f5432 doi: 10.1136/bmj.f5432

Mortalité et Nuisances sonores des Avions (Heathrow)



Hansell et al *BMJ* 2013;347:f5432 doi: 10.1136/bmj.f5432

Exposition au Nuisances Sonores du Trafic Routier et Incidence de Diabète (**Nation Wide Cohort Study Denmark)**



Mette Sørensen et al. Environ Health Perspect **121:217–222 (2013)**

Road Traffic Noise and Risk for Cardiovasculair Diseases and Diabetes in Denmark

- Exposure to residential road traffic noise was associated with a higher risk for stroke, MI and diabetes
- For stroke the association was strongest among the oldest
- For stroke indications of threshold limit around 60 dB
- For MI no threshold limit
- For diabetes indications of level off around 65 dB

Sorensen M et al Road Traffic Noise and Risk for Cardiovascular Disease and Diabetes

Dans la CE (27) …

- ***44% de la population (210.10^6) est exposé à un niveau de nuisances sonores à cause du trafic nocif pour la santé*** (OMS L_{day} > 55 dB)
- ***Chacque année 245 000 habitants sont victime d'une maladie coronarienne qui peut être attribuée à ces nuisances sonores***
- ***Chacque année la première manifestation de cette maladie est fatale (mort subite) pour 50 000 habitants***

Den Boer LC en Schroten A: Traffic Noise Reduction in Europe: CE Delft 2007

DALY's attributed to Environmental Noise Exposure in Europe

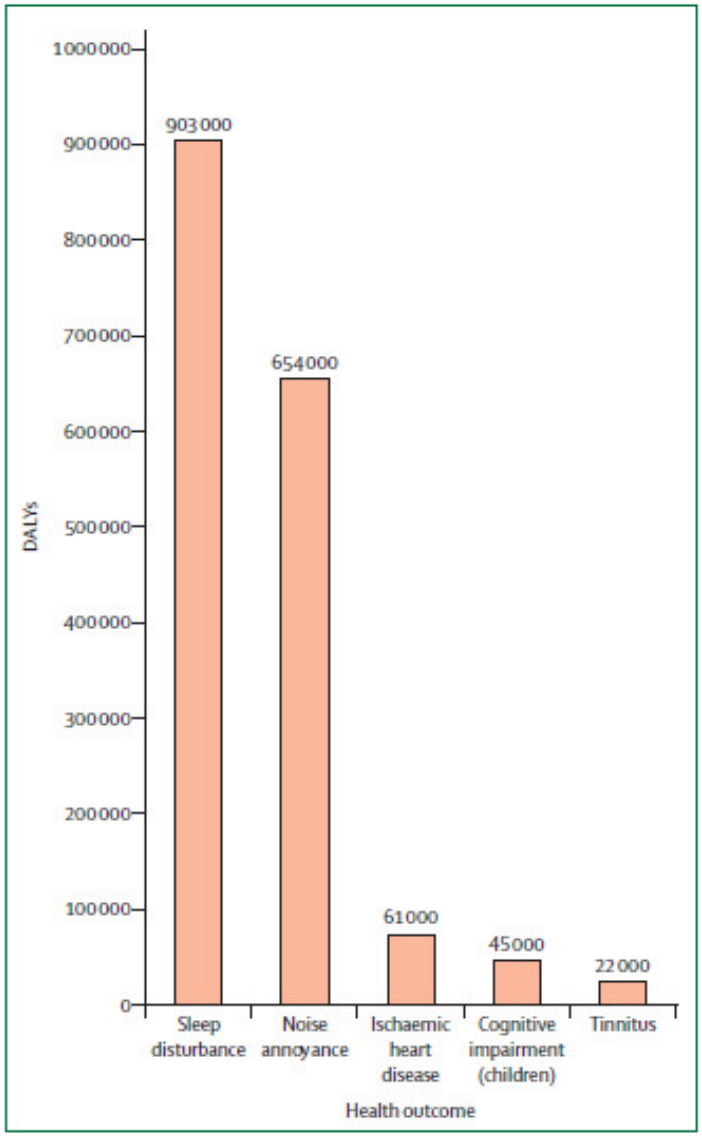


***Figure 2:* DALYs attributed to environmental noise exposure in Europe.** According to WHO,[14] more than 1 million healthy life years (DALYs) are lost annually because of environmental noise exposure in European A-member states alone. Most of these DALYs can be attributed to noise-induced sleep disturbance and annoyance. DALYs=Disability-adjusted life years.

MORE THAN 1 MILLION HEALTHY LIFE YEARS ARE LOST ANNUALLY BECAUSE OF ENVIRONMENTAL NOISE EXPOSURE IN EUROPEAN MEMBER STATES

Burden of Disease from Environmental Noise WHO 2011

Pourquoi nous sommes si vulnérables vis-à-vis du bruit?

- **Pour la perception il ne faut pas s'y concentrer, même pas y payer attention** (< > vision)
- **L'oreille humain** est conceptualisé comme **un système de l'alarme, qui fonctionne 24 h sur 24 h** : la perception du bruit ambiant est essentiel pour notre survie, aussi bien dans le passé (la préhistorie) qu'à présent, pendant la journée ET pendant le sommeil, **l'oreille humain ne dort jamais**. **BRUIT = DANGER**
- **'Entendre'** se passe **en trois étapes**:
  - Le son frappe l'oreille interne, des impulses son transformés en énergie électrique et transmis par le nerf auditif au système nerveux central
  - Analyse du bruit/son par le système nerveux central
  - Réaction appropriée de l'être humain:
    - Au niveau autonome (on ne s'y habitue jamais): **LA REACTION AUTONOME SE PASSE TOUJOURS** (il n'y pas d' **accoutumance au niveau du systeme nerveux autonome)**
    - Au niveau conscient: **on peut s'y habituer PARFOIS** (mais qu'est ce que ça veut dire « se habituer au bruit »
- **L' Importance du sommeil pour la santé de l'homme**

Scheuch K et al. Reviews on Environmental Health 2003;18:185

Le système nerveux autonome de l'être humain réagit toujours au bruit, nuit et jour!

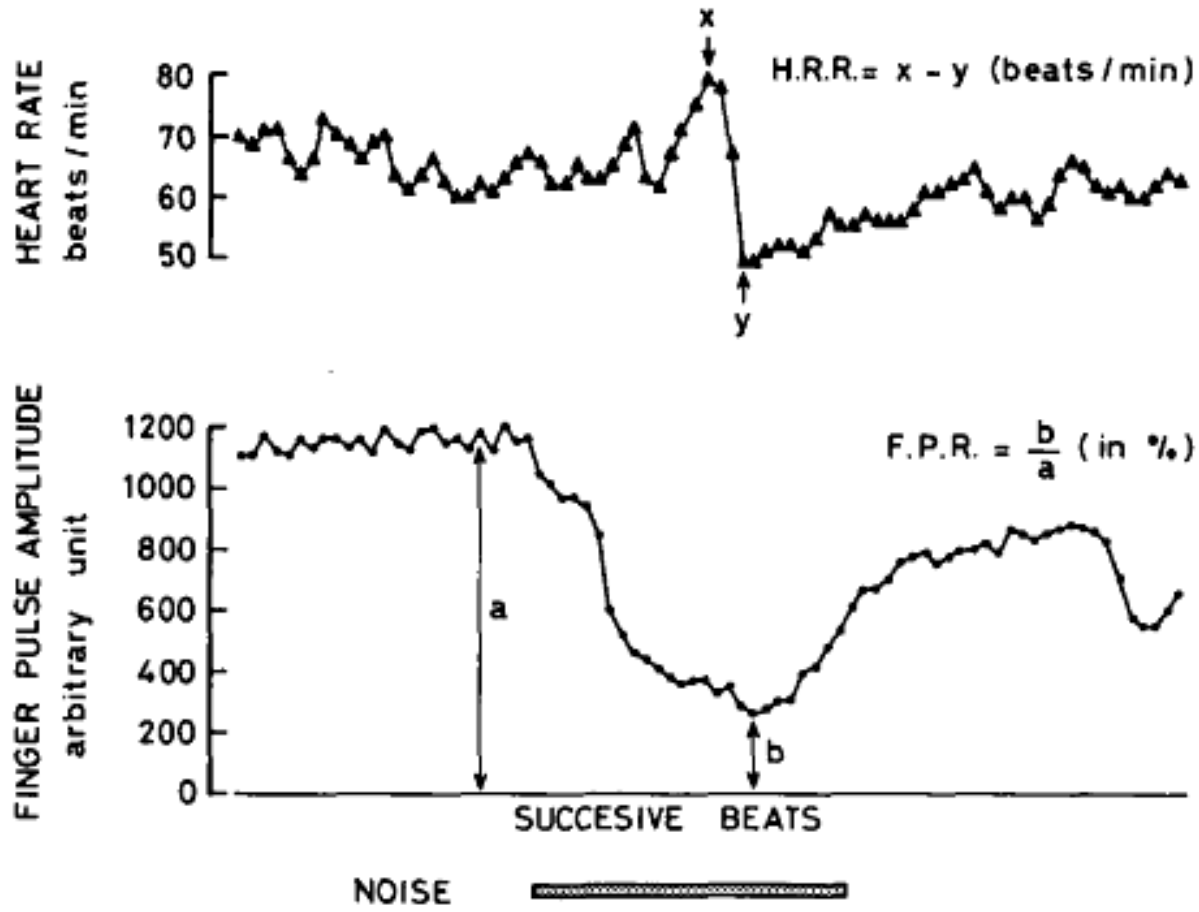


FIG. 3. Examples of heart-rate response (HRR) and finger pulse response (FPR) induced by noise.

Di Nisi et al. Comparison of cardiovascular responses to noise during waking and sleeping in humans SLEEP 1990:13:108

Réponse Cardiovasculaire au bruit
Comparaison Jour/Nuit (- 15 dB)

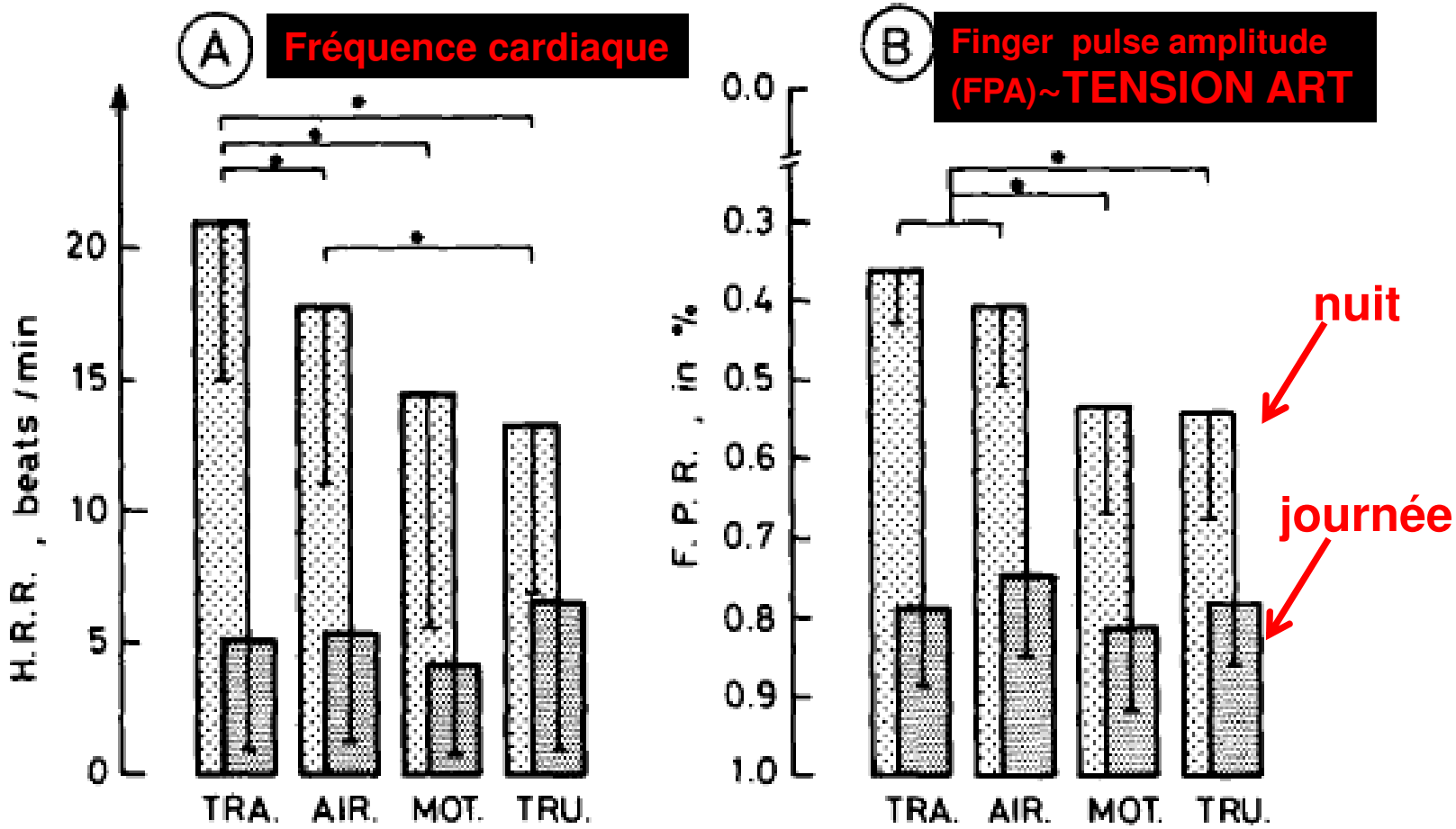
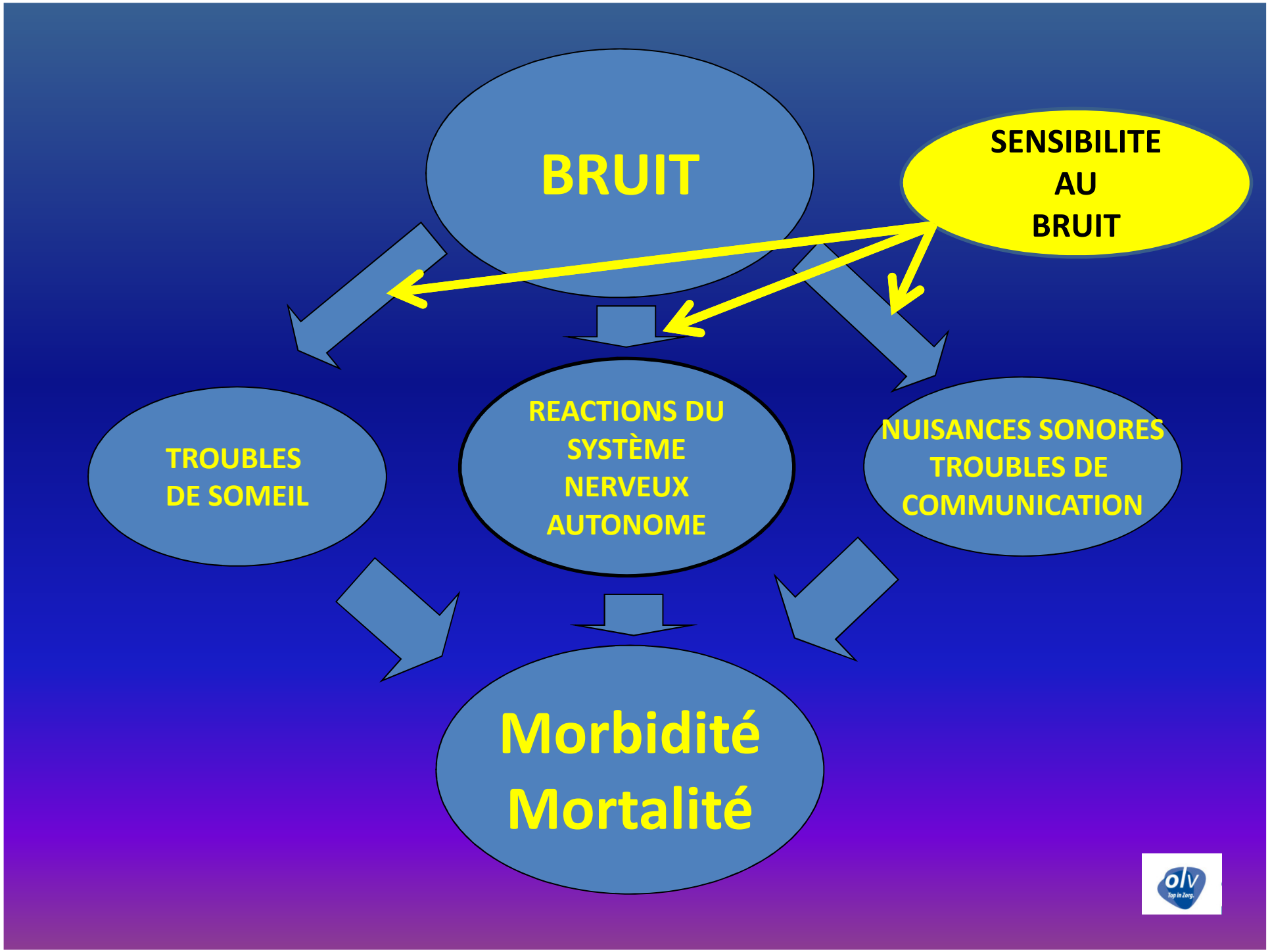


FIG. 5. HRR (A) and FPR (B) obtained for the 20 subjects during sleep and in the awake state. Between-noise comparisons are given for the nocturnal values (mean ± standard deviation). Asterisk = $p \leq 0.008$. ⊡, nocturnal results; ▒, daytime results.

Di Nisi et al. Comparison of cardiovascular responses to noise during waking and sleeping in humans SLEEP 1990:13:108


BRUIT
SENSIBILITE AU BRUIT
TROUBLES DE SOMEIL
REACTIONS DU SYSTÈME NERVEUX AUTONOME
NUISANCES SONORES TROUBLES DE COMMUNICATION
Morbidité Mortalité

Pourquoi le sommeil est-il si important pour votre santé?

- **Restauration: pendant le sommeil il y a une activité anabolique très intense (e. a.** production de l'hormone de croissance pendant les phases de sommeil profondes (SWS), surtout dans la première moitié de la nuit
- Certaines fonctions du cerveau sont attribués en exclusivité au sommeil (e.a. la **consolidation de la mémoire et la plasticité du cerveau)**
- **Immunologie**: un sommeil de qualité amplifie la réponse immunitaire (défense de l'organisme aux infections et au cancer…)
- Un sommeil suffisament long et de qualité est essentiel pour un métabolisme normal de sucre et pour la régulation de la tension artérielle et protège contre des maladies connexes (diabète, obésité, hypertension artérielle, syndrome métabolique,..)**…**

Des anesthésistes qui s'endorment…

Table 2. Time spent by sleep-deprived anesthesiology residents in sleepy behaviors during a 4-hour simulated laparoscopic operation*

Subject	Minutes (% time of entire operation)
4	77.7 (32.4%)
12	60.2 (25.1%)
6	26.7 (11.1%)
9	12.5 (5.2%)
7	11.4 (4.8%)
5	6.6 (2.8%)
3	3.1 (1.3%)
11	2.1 (0.9%)
2	0
8	0
10	0

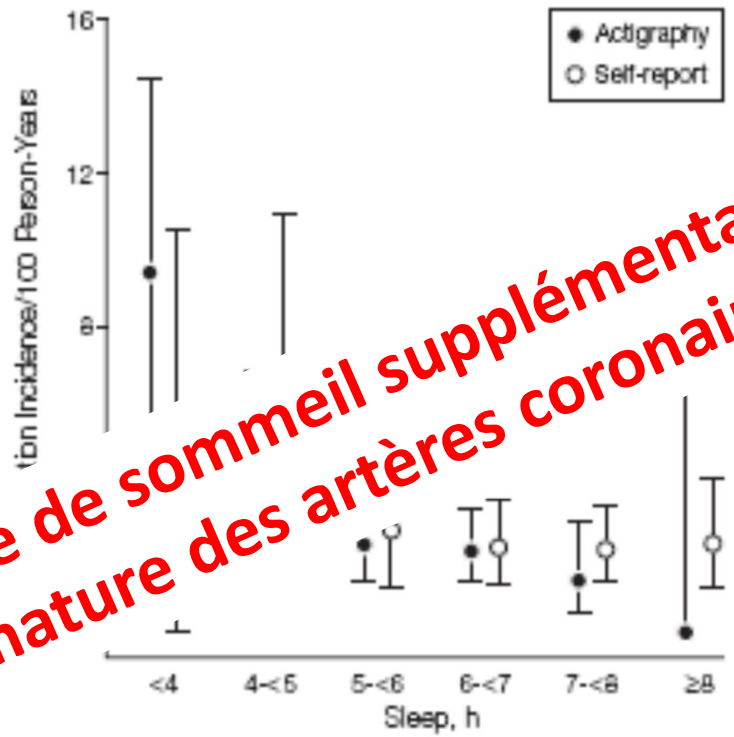
*"Sleepy behaviors" are defined as nodding and eyes closing (awakened head bob); nodding and eyes closing (not awakened); or eyes closed with no movement (sound asleep). Data from reference 6.

Howard S BUMC PROCEEDINGS 2005;18:108–112

La fonction réparatrice du sommeil..

- *'Quand on ne mange pas, on a faim, quand on ne boit pas, on a soif, quand on ne dort pas,* ***<u>on devient somnolent.</u>***. (Steven Howard *BUMC PROCEEDINGS* 2005;18:108–112)
- Manque de sommeil ou mauvaise qualité de sommeil provoque **<u>le vieillissement prématuré</u>**
- La privation totale de sommeil chez les rats provoque la mort après 18 jours (comparé avec 17 jours pour la famine)
- **Les enfants on besoin de plus de sommeil que les adultes (p.e. un enfant de 3 ans a besoin d'un sommeil de 10.5 h (**exclusif des sièstes pendant la journée!)

Manque de sommeil augmente l'incidence de calcification des artères coronaires (CARDIA)



No. of participants	<4	4-<5	5-<6	6-<7	7-<8	≥8
Actigraphy	17	49	148	189	88	5
Self-report	8	22	60	144	175	83

Error bars indicate 95% confidence intervals, which are 95% binomial intervals. Three self-reports were missing. $P<.001$ for trend for actigraphy and $P=.12$ for trend for self-report.

Pour chaque heure de sommeil supplémentaire le risque de calcification premature des artères coronaires diminue de 33%

King R et al. JAMA 2008;300: 2859-2865

Pourquoi le sommeil est-il si important pour votre santé?

- **Restauration: pendant le sommeil il y a une activité anabolique très intense (e. a.** production de l'hormone de croissance pendant les phases de sommeil profondes (SWS), surtout dans la première moitié de la nuit
- Certaines fonctions du cerveau sont attribués en exclusivité au sommeil (e.a. la **consolidation de la mémoire et la plasticité du cerveau)**
- **Immunologie**: un sommeil de qualité amplifie la réponse immunitaire (défense de l'organisme aux infections et au cancer…)
- Un sommeil suffisament long et de qualité est essentiel pour un métabolisme normal de sucre et pour la régulation de la tension artérielle et protège contre des maladies connexes (diabète, obésité, hypertension artérielle, syndrome métabolique,..)**…**

Pourquoi le sommeil est-il si important pour votre santé?

- **Restauration: pendant le sommeil il y a une activité anabolique très intense (e. a.** production de l'hormone de croissance pendant les phases de sommeil profondes (SWS), surtout dans la première moitié de la nuit
- Certaines fonctions du cerveau sont attribués en exclusivité au sommeil (e.a. la **consolidation de la mémoire et la plasticité du cerveau)**
- **Immunologie**: un sommeil de qualité amplifie la réponse immunitaire (défense de l'organisme aux infections et au cancer…)
- Un sommeil suffisament long et de qualité est essentiel pour un métabolisme normal de sucre et pour la régulation de la tension artérielle et protège contre des maladies connexes (diabète, obésité, hypertension artérielle, syndrome métabolique,..)**…**

Réponse des anticorps après vaccination contre l'hépatite A

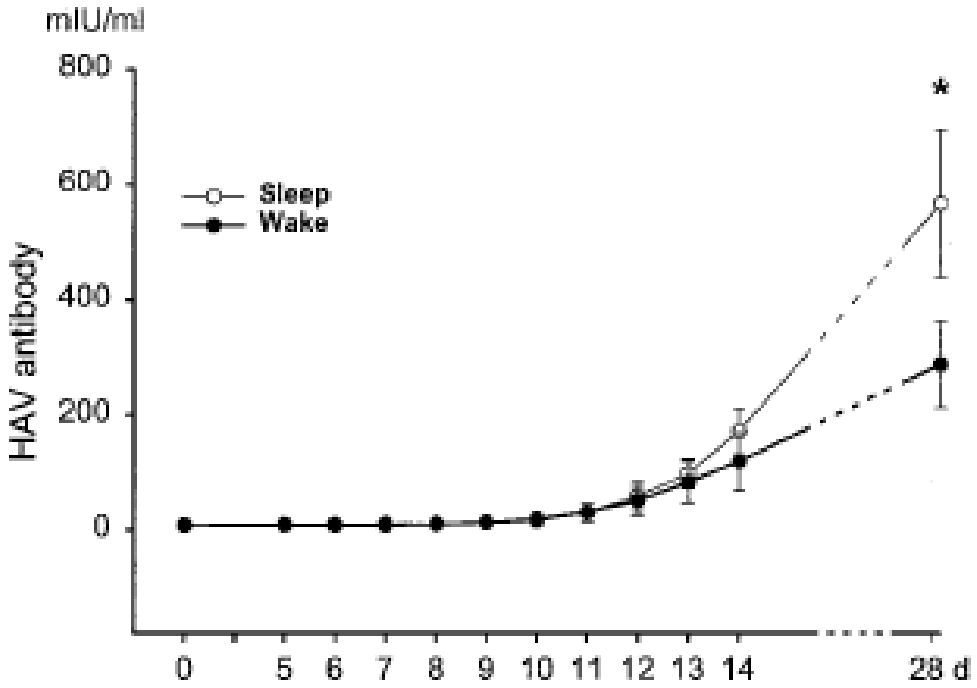


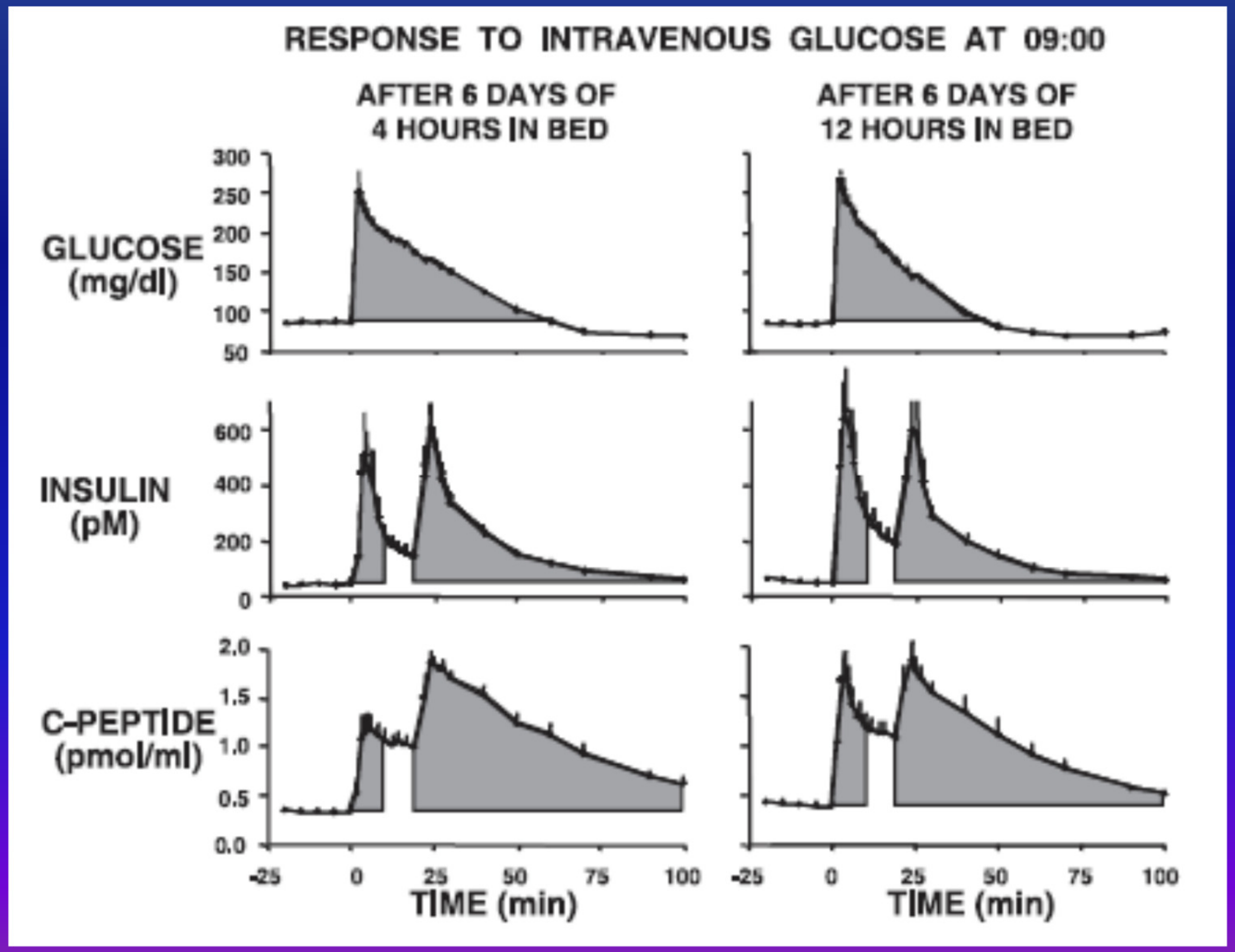
Fig. 1. HAV antibody titers. Mean (± SEM) anti-HAV titer in mIU/ml before (day 0) and after (days 5–14 and day 28) hepatitis A vaccination in subjects who had either regular sleep on the night after vaccination (thin line, open circles) or were kept awake on this night (thick line, filled circles). *p = .018, for comparison between the effects of sleep and the wakefulness on day 28.

Lange T et al Psychosom Med 2003 Sep-Oct;65(5):831-5.

Pourquoi le sommeil est-il si important pour votre santé?

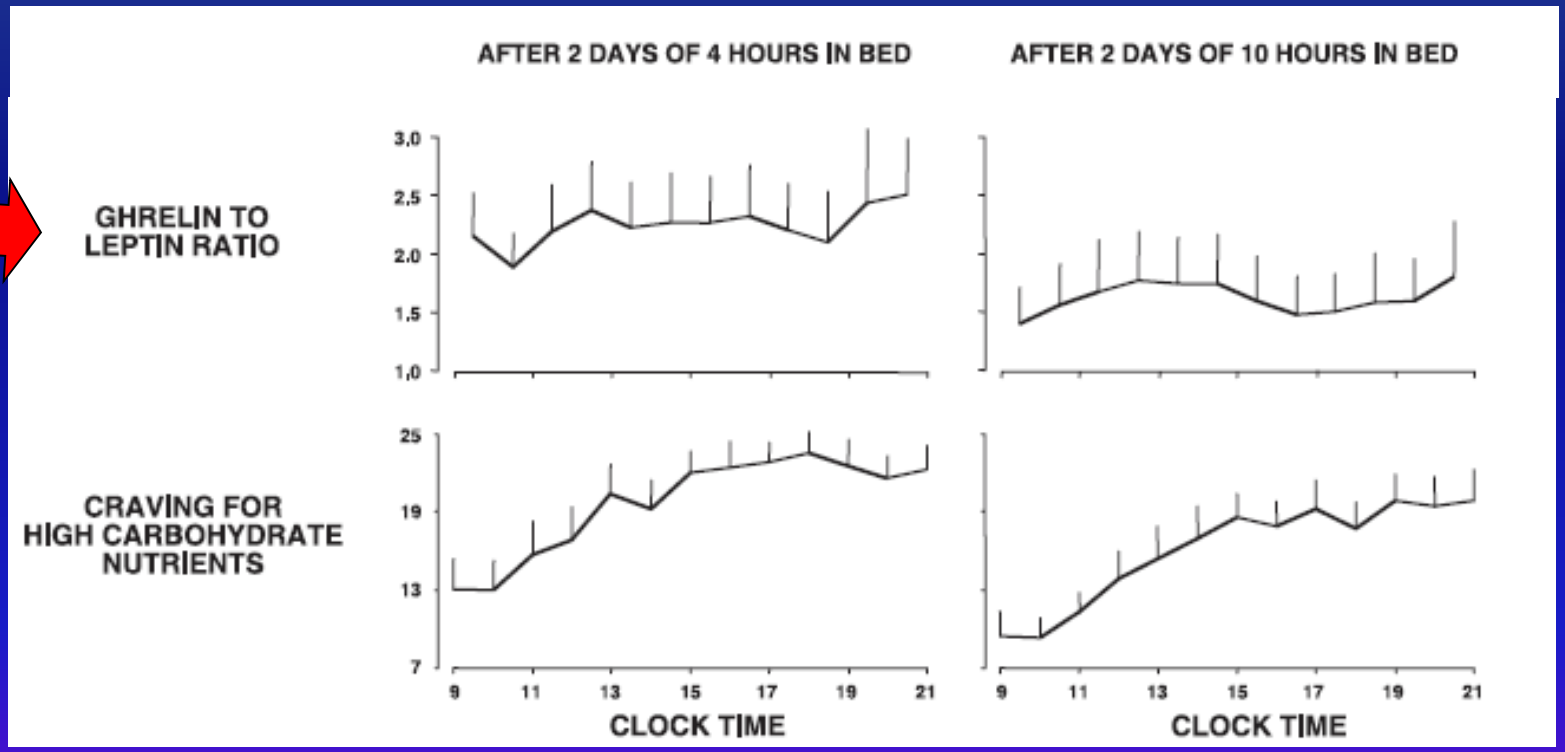
- **Restauration: pendant le sommeil il y a une activité anabolique très intense (e. a.** production de l'hormone de croissance pendant les phases de sommeil profondes (SWS), surtout dans la première moitié de la nuit
- Certaines fonctions du cerveau sont attribués en exclusivité au sommeil (e.a. la **consolidation de la mémoire et la plasticité du cerveau)**
- **Immunologie**: un sommeil de qualité amplifie la réponse immunitaire (défense de l'organisme aux infections et au cancer…)
- Un sommeil suffisament long et de qualité est essentiel pour un métabolisme normal de sucre et pour la régulation de la tension artérielle et protège contre des maladies connexes (diabète, obésité, hypertension artérielle, syndrome métabolique,..)…

Un sommeil trop court a un impact néfaste sur le métabolisme de glucose



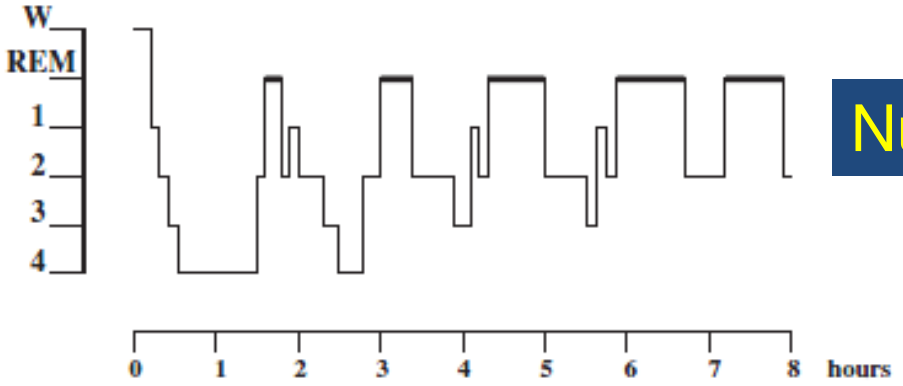
Spiegel et al J Appl Physiol 2005

Manque de sommeil stimule l'appétit et l'envie d' aliments riches en glucides

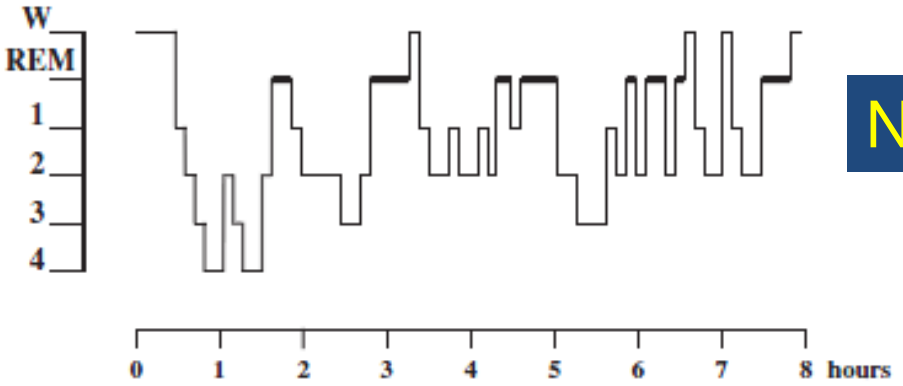


Spiegel et al J Appl Physiol 2005

Trouble de sommeil par le bruit (polysomnogram)



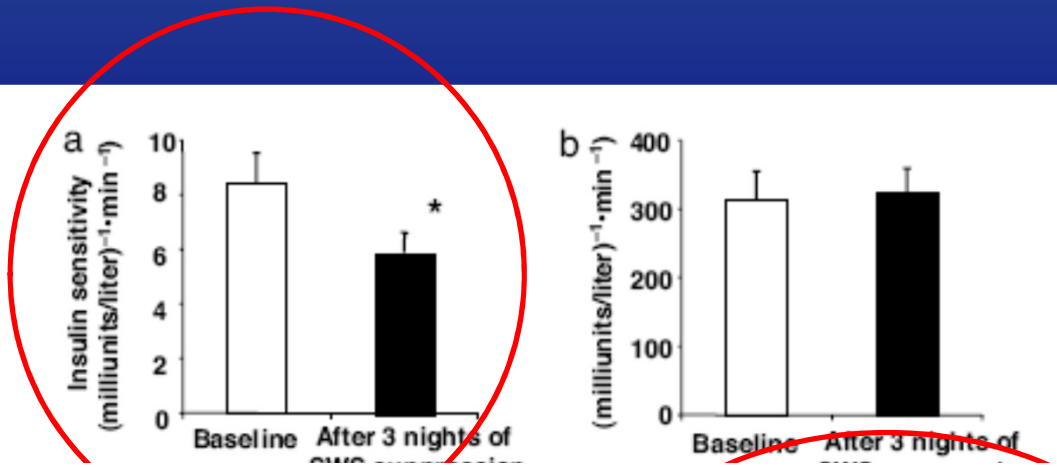
Nuit normale



Nuit bruyante

Muzet A. Environmental Noise, Sleep and Health Sleep Medicine Reviews 2007:11:135

Destruction du ‘sommeil à ondes lentes’ augmente le risque de diabète type 2



L’impact métabolique de la diminution de la sensibillité à l’insuline est Identique à l’impact d’un gain de poids de 8-13 kg

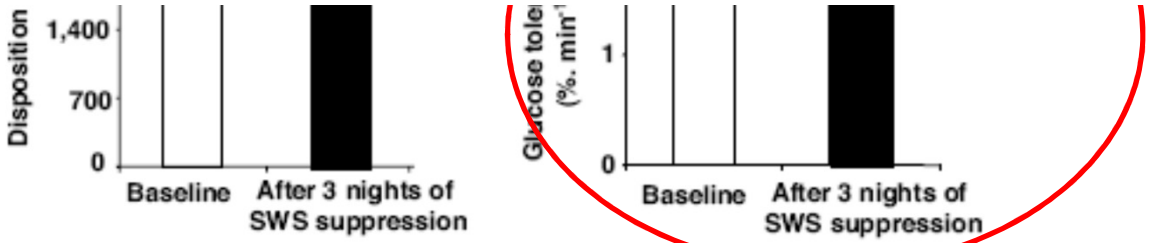
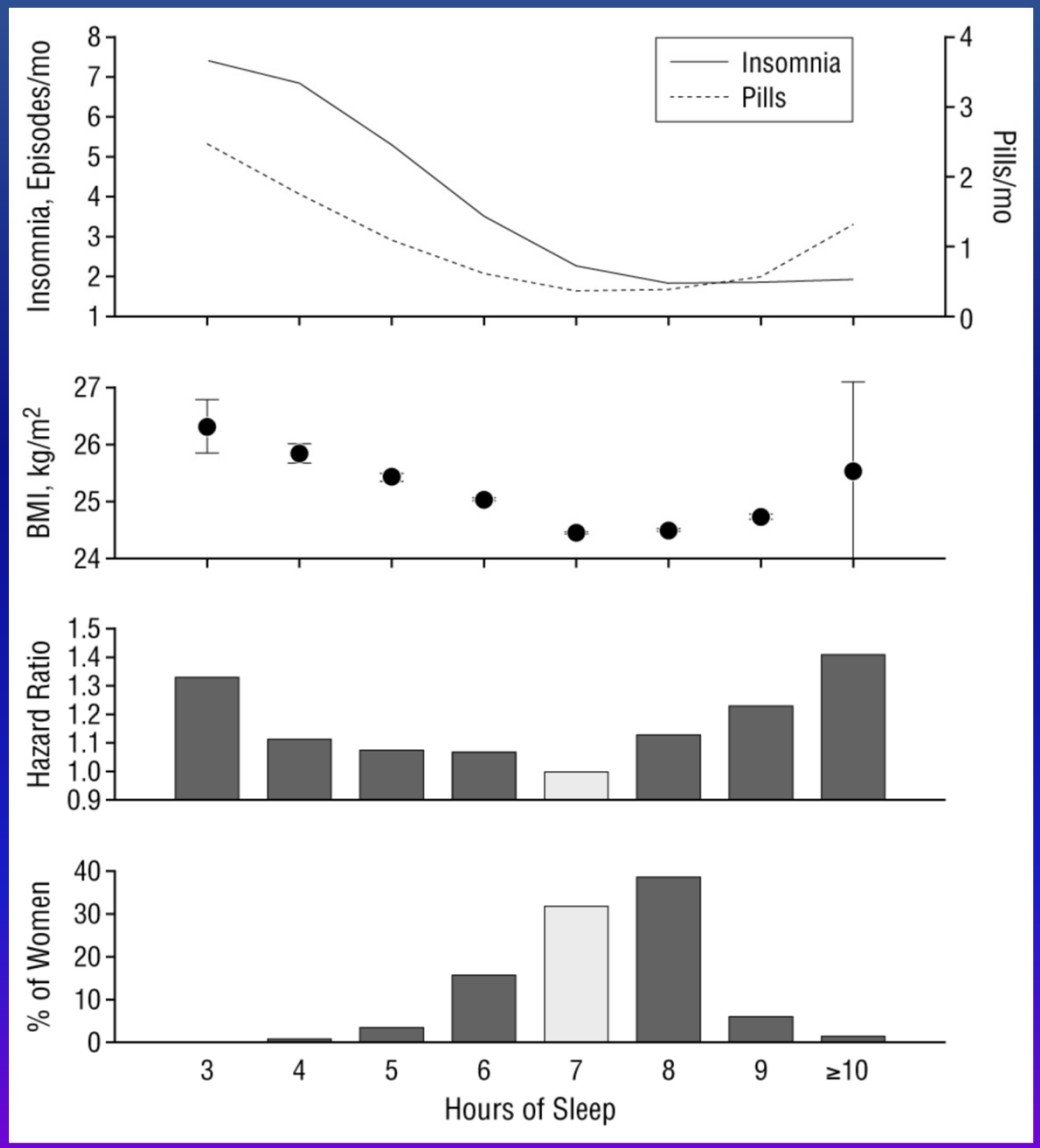


Fig. 1. S.I., AIRg, DI, and glucose tolerance at baseline and after 3 nights of SWS suppression. The data are means ± SEM (n = 9 subjects). The asterisks indicate significant differences (paired t test): S.I. (P = 0.009) (*a*); AIRg (P = 0.73) (*b*); DI (P = 0.02) (*c*); and glucose tolerance (P = 0.03) (*d*).

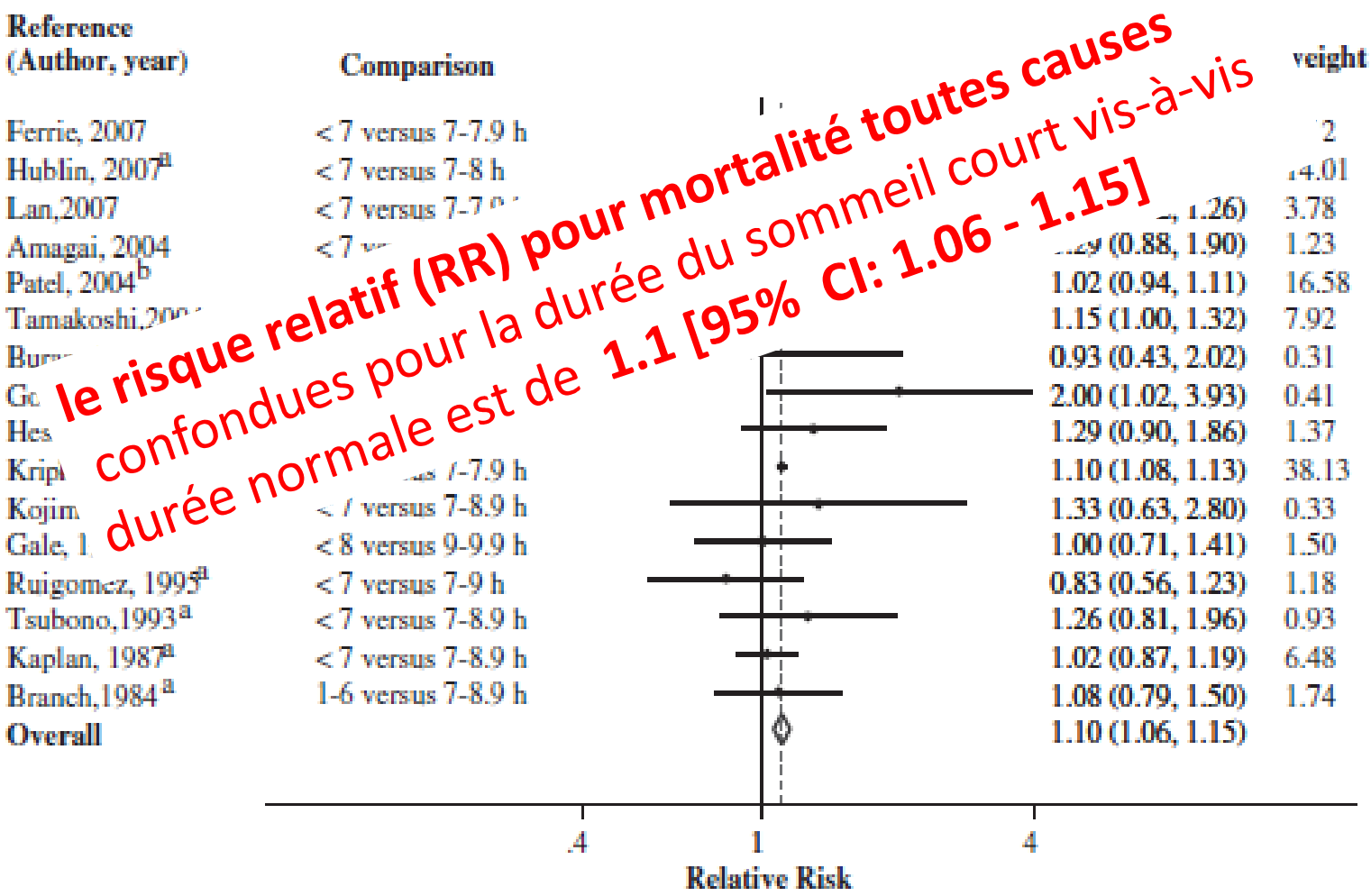
Relation entre durée de sommeil/insomnie et mortalité



Arch Gen Psychiatry. 2002;59(2):131-136.

For 636 095 women, the average reported frequency of insomnia, the average number of sleeping pills used per month, and the mean body mass index (BMI) according to reported hours of sleep. The 95% confidence intervals of the BMI are shown. Also shown are the hazard ratios from the 32-covariate Cox models and the percentage of women reporting each sleep duration. The reference duration of 7 hours is represented by the lighter bars.

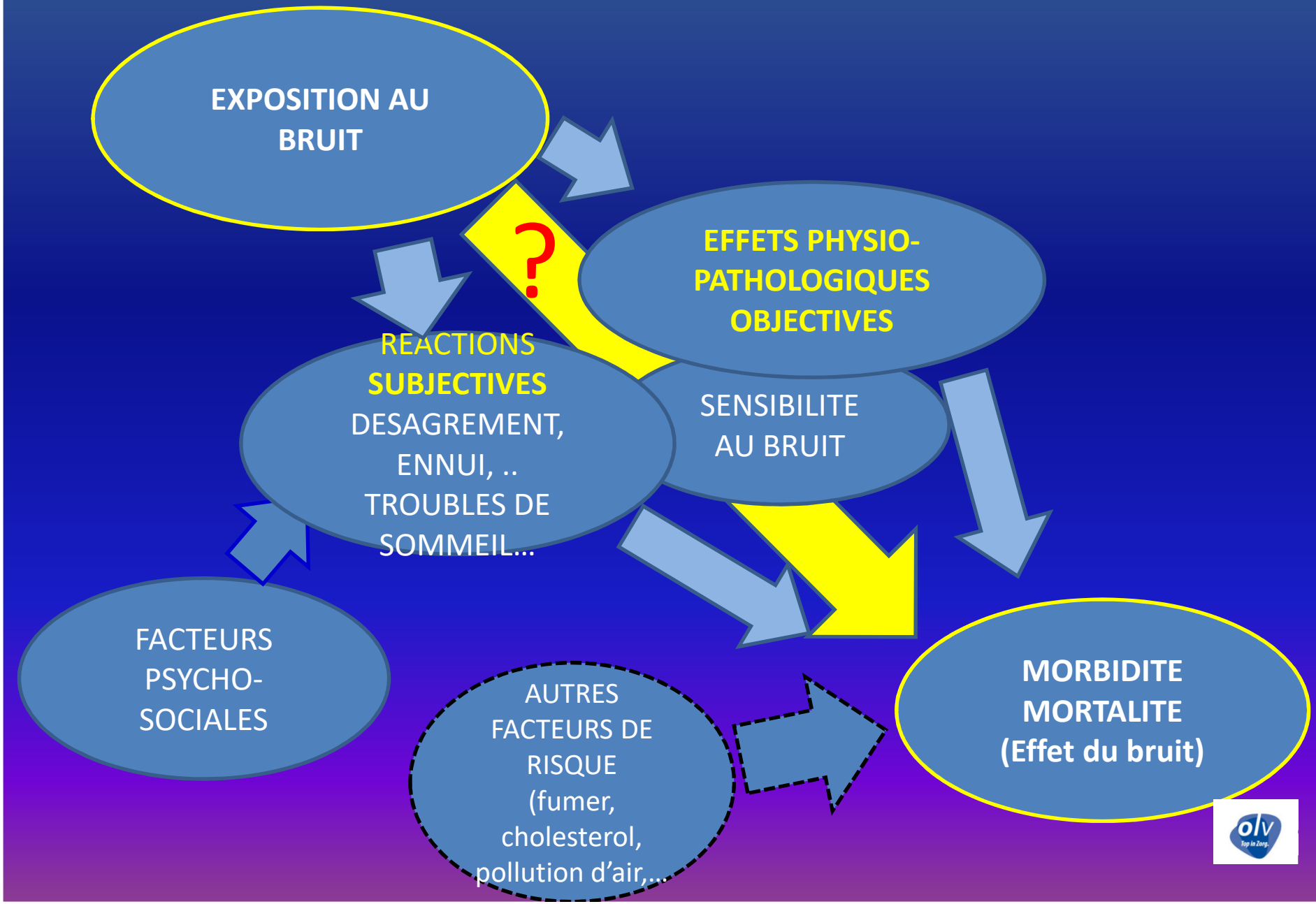
Meta-analyse: durée de sommeil et mortalité



le risque relatif (RR) pour mortalité toutes causes confondues pour la durée du sommeil court vis-à-vis durée normale est de **1.1 [95% CI: 1.06 - 1.15]**

GALLICCHIO L and KALESAN B J. Sleep Res. (2009) 18, 148–158

La relation bruit-santé est complexe



Relation Directe Decibels-Santé!

EXPOSITION
AU
BRUIT

MORBIDITE
MORTALITE
(EFFET DU BRUIT)

WHO Night-time guidelines

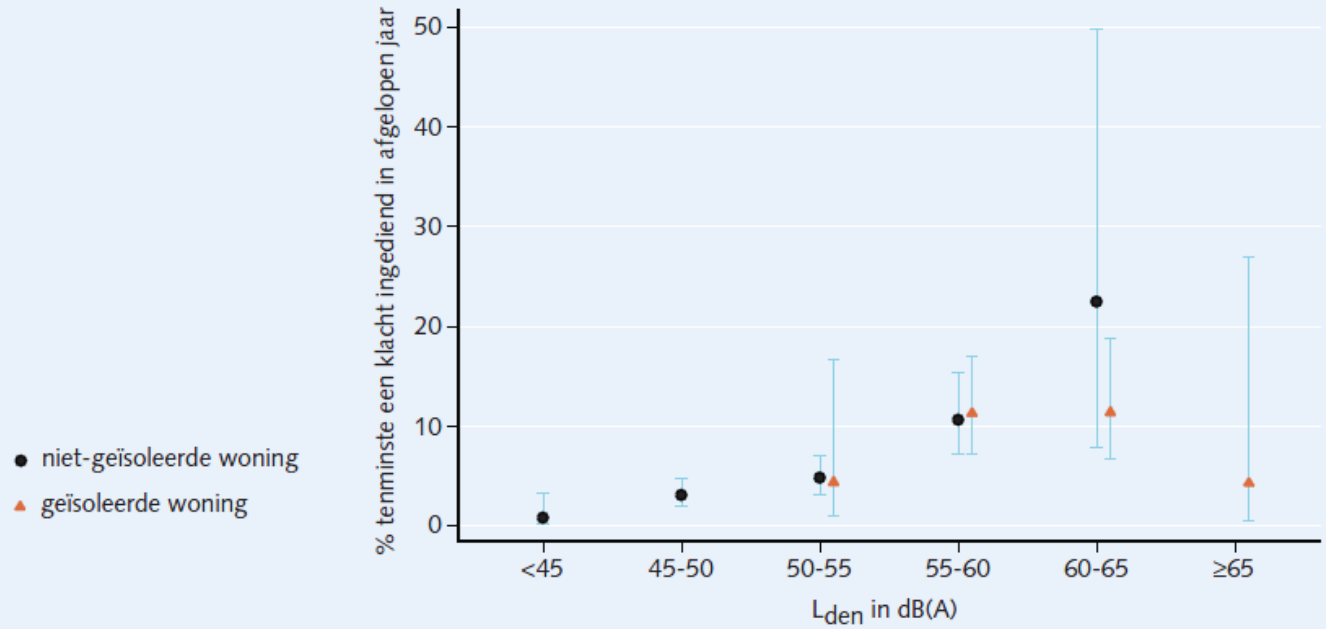
Based on the exposure-effects relationship summarized in Table 3, the night noise guideline values are recommended for the protection of public health from night noise as below.

Night noise guideline (NNG)	$L_{night,outside}$ = 40 dB
Interim target (IT)	$L_{night,outside}$ = 55 dB

Table 4
Recommended night noise guidelines for Europe

Has sound insulation an influence on annoyance (complaining) about aircraft noise?

Figuur 6-1 Het percentage één of meer malen klagen in de afgelopen 12 maanden in 2005 in de regio Schiphol uitgesplitst naar L_{den} en de geluidsisolatie, inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval



Evaluatie Schipholbeleid 2005

EU Directive 2002/49/EC - the Environmental Noise Directive (END)

- *La mortalité prematuré:* 156 000 années de vie perdues par an
- *L'évaluation en 2014 par l'UE sous-estime la réalité l'impact sonore du trafic routier de 75 – 80 % dans les 33 états membres.*
- Des données incomplètes des pays, *limitations de l'évaluation du bruit dans les grandes agglomérations et les grands axes routiers seulement, et pour des niveaux de bruits supérieur à 55 dB Lden ou 50 dB Lnight expliquent cette sous-estimation*
- *Pour les autres sources de bruit ambiant la taille de la sous-estimation n'est même pas connue.*

EEA Noise in Europe 10/2014

EU Directive 2002/49/EC - the Environmental Noise Directive (END)

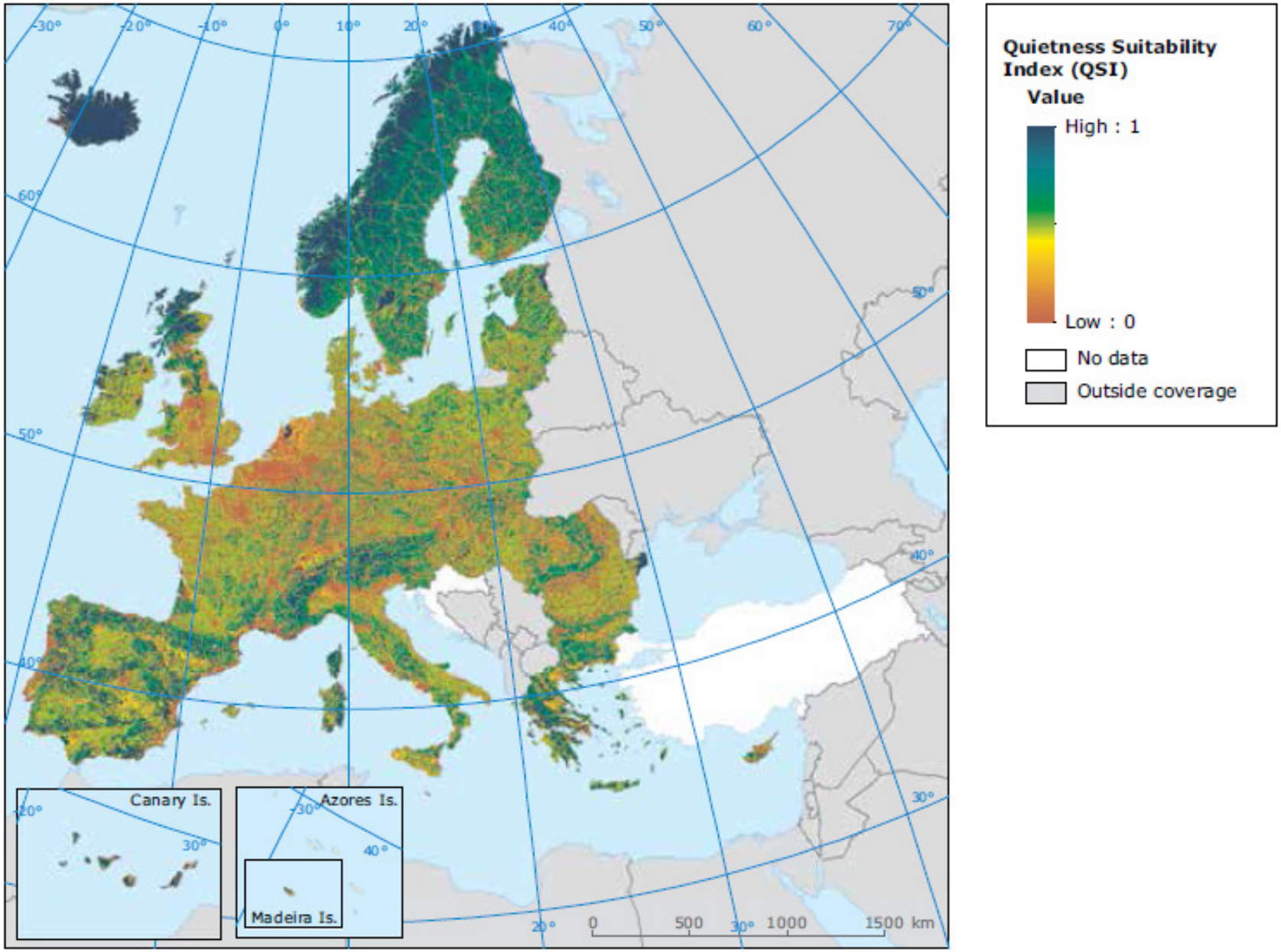
… ne s'applique pas au bruit produit par les personnes exposées eux-mêmes, bruit produit par les activités à domicile, bruit sur les lieux de travail, bruit produit par les voisins, …

'Quiet areas' outside agglomerations

- *'… The methodology is based on the computation of a Quietness Suitability Index (QSI). This index ranges from 0 (noisy areas) to 1 (quiet areas) and noise contour maps are used as a primary source.*
- *Noisy, or relatively noisy areas (QSI < 0.5), account for more than 50 % of the land in most of the countries. The most extreme cases are found in small and densely populated countries like Belgium, Denmark, Malta and the Netherlands, where noisy areas reach around 90 % of the country…'*

EEA Noise in Europe 10/2014

Map 5.1 Potential quiet areas in Europe, based upon Quietness Suitability Index (QSI)



Source: EEA, 2014.

Conclusions (1)

- Le bruit ambiant a un impact néfaste sur la santé publique
- Un sommeil paisible dans un environnement saint et silentieux est un droit de l'homme et un élément essentiel pour la santé
- L'impact nocif du bruit ne dépend pas du fait que l'on se réalise qu'il y a du bruit au niveau subjectif, ni pendant le sommeil, ni pendant la journée
- Au contraire, Il y existe un lien directe entre l'exposition au bruit et la morbidité et mortalité
- L'oreille humaine est extrèmement sensible au bruit: des événements jusqu'à 32- 35 dBA provoquent des réactions au niveau du système nerveux autonome et du système cardiovasculaire (augmentation de la tension artérielle et de la fréquence cardiaque)

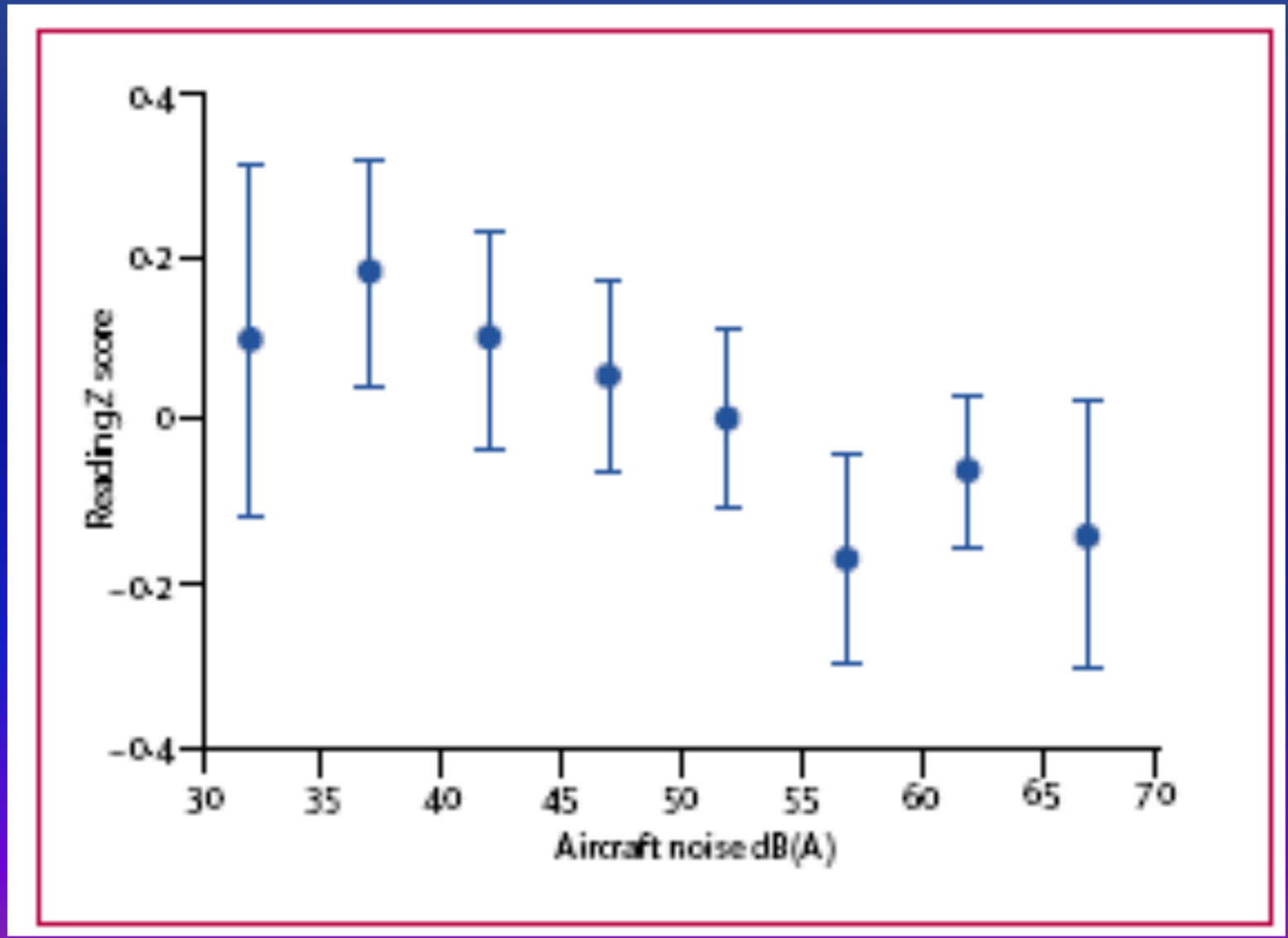
Conclusions (2)

- La morbidité est probablement médiée par la réaction du système nerveux autonome qui réagit au bruit comme au danger et le corps humain ne s'y habitue pas
- 'Worst case scenario' se passe avec un grand nombre d'événements chaqu'un avec une amplitude qui dépasse légèrement le seuil pour chaque effet biologique (p.e. perturbation du someil, réveil, nuisances/désagrément pendant la journée,..)
- Les directives européens ne tiennent pas assez compte de la fréquence des événements bruyants
- L'Insonorisation des habitations sera très difficile pour des événements sonores fréquents, d'une grande intensité en riche en fréquences basses.

Conclusions (3)

- Les résultats des programmes d'insonorisation autour des grands aéroports sont décevants pour les vols de nuits. L'insonorisation pour les vols de jours est inhumain.
- La politique de concentration des vols/insonorisation dans les zones (densément) peuplées doit être revue: inefficacité de l'insonorisation/worst case scenario
- Pour le trafic routier: il faut limiter le trafic et séparer l'habitation et le trafic
- En ville il faut non seulement réaliser 'des zones silentieuses' mais surtout des periodes calmes/silentieuses pendant la nuit/le jour/le weekend en coordinant les activités des habitants
- En vue de la proximité du trafic de l'habitation, pollution sonore et pollution de l'air sont inséparables: insonorisation et filtrage de l'air à l'interieur des maisons doivent être intégrés
-

RANCH: daytime aircraft noise impairs reading ability in school children



Clark et al. Am J Epidemiol 2006;163:27–37

The human body reacts autonomously to noise day and night

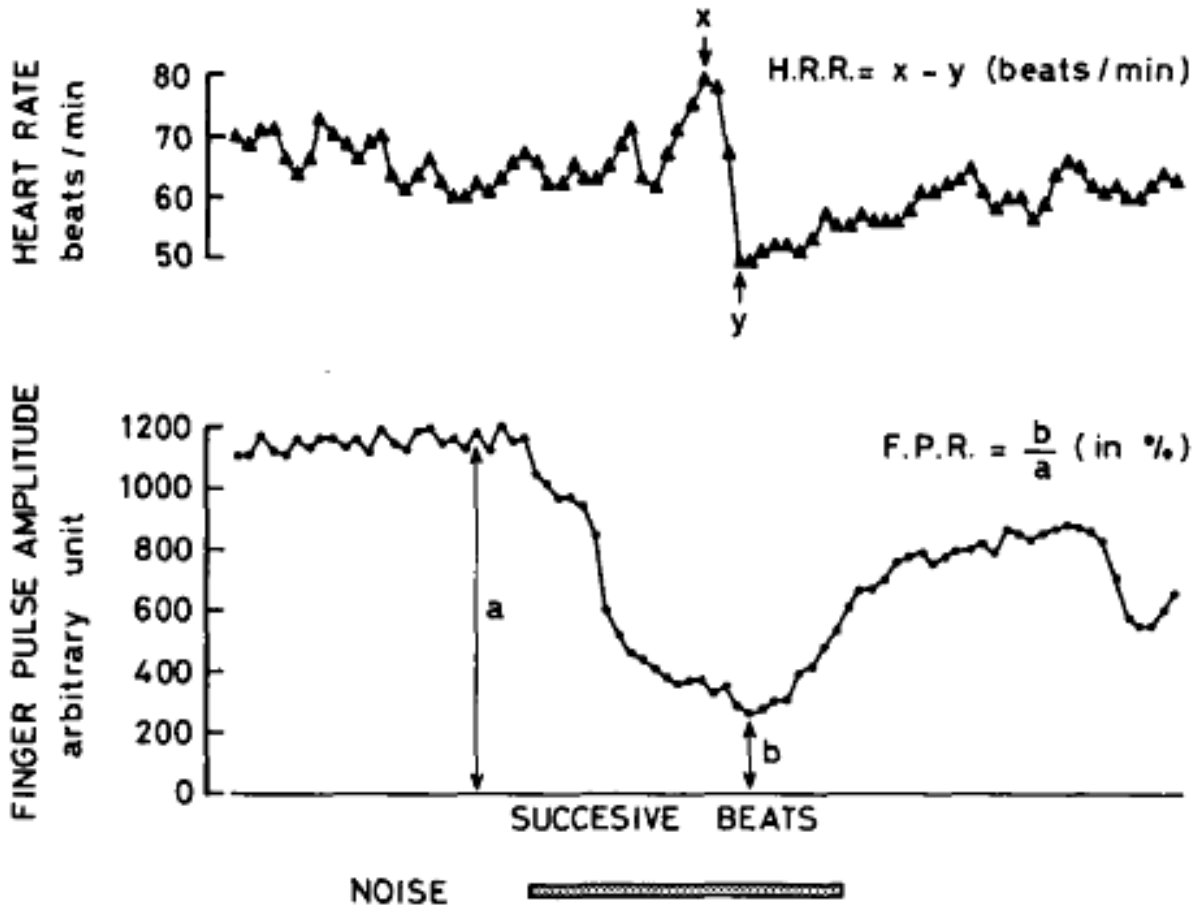
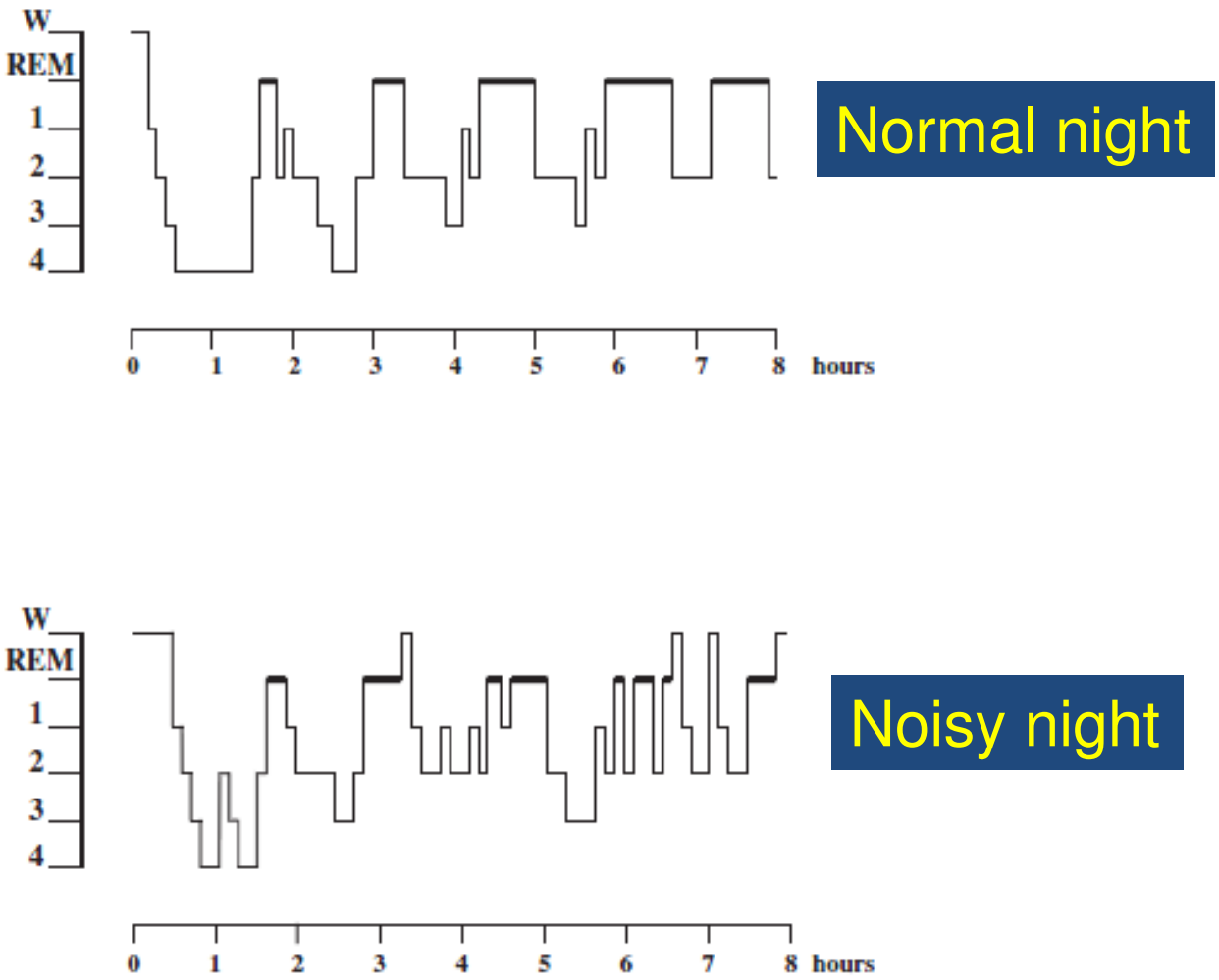


FIG. 3. Examples of heart-rate response (HRR) and finger pulse response (FPR) induced by noise.

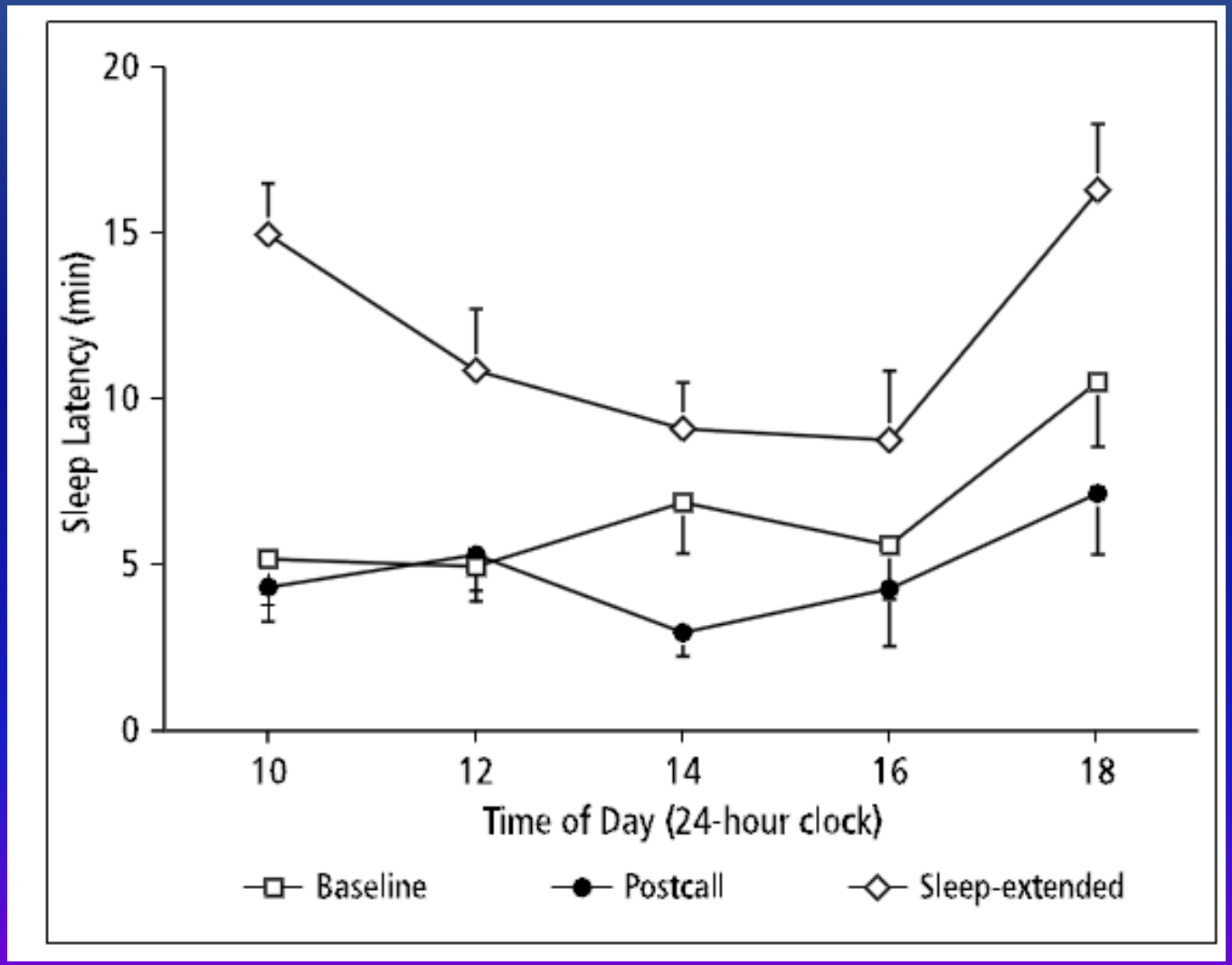
Di Nisi et al. Comparison of cardiovascular responses to noise during waking and slieeping in humans SLEEP 1990:13:108

Sleep disturbance by noise (polysomnogram)

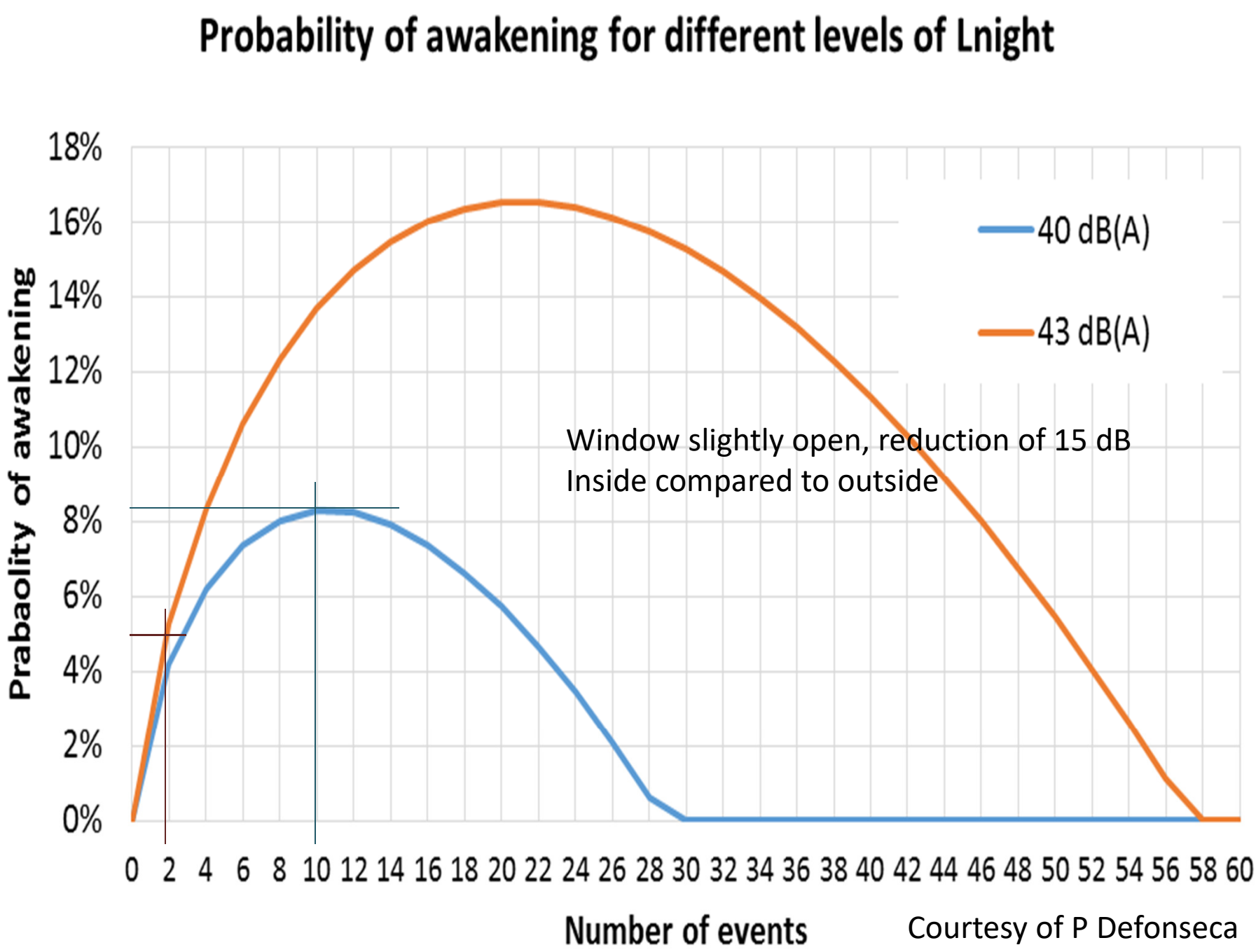


Muzet A. Environmental Noise, Sleep and Health Sleep Medicine Reviews 2007:11:135

Sleep latency in anesthesiology residents



Howard S Sleep deprivation and physician performance
BUMC PROCEEDINGS 2005;18:108–112



Courtesy of P Defonseca

Influence of sound insulation (with air conditioning) on annoyance (Okinawa)

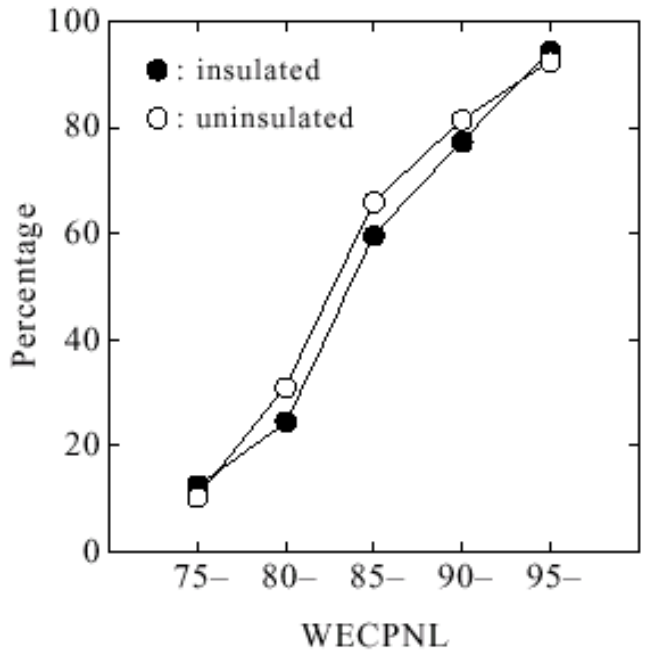


Figure 4.4 Percentage of the response on the annoyance *vs.* WECPNL in relation to sound insulation.

Category: "1. Very annoying." "2. Pretty annoying."

WHO Guidelines 1999

- *'For a good sleep, it is believed that indoor sound pressure levels should not exceed approximatelly 45 dB LAmax more than 10-15 times per night…*
- *Ten to 15 of these events during an eight-hour night-time implies an LAeq,8h inside of 20-25 dB*
- *This is 5-10 dB below the LAeq,8h of 30 dB for continuous night-time noise exposure*
- *.. And shows that the intermittent character of noise has to be taken into account when setting limits for noise exposure…*
- *This can be achieved by considering the number of noise events and the difference between maximum sound pressure level and the background level of these events..'*

WHO Guidelines for community noise (1999) p 26

Why did percentage annoyed/sleepdisturbed increase?

- The Miedema/EU noise exposure response curve was obtained by meta-analysis of 20 studies between 1965 and 1992 (17/20 before 1985, i.e. before the boom of air traffic, 'outliers' were disgarded)
- To day the same quotum of Lnight is obtained with many more events than before 1985 because aircraft became slightlly less noisy (but remain still noisy)
- Events occur so frequently that they cannot be considered 'independent'
- The illusion that sound insulation was protective caused concentration of flight movements creating a worst case scenario

La tension artérielle réagit déjà aux pics de bruit jusqu'à 35 dBA dans la chambre à coucher!

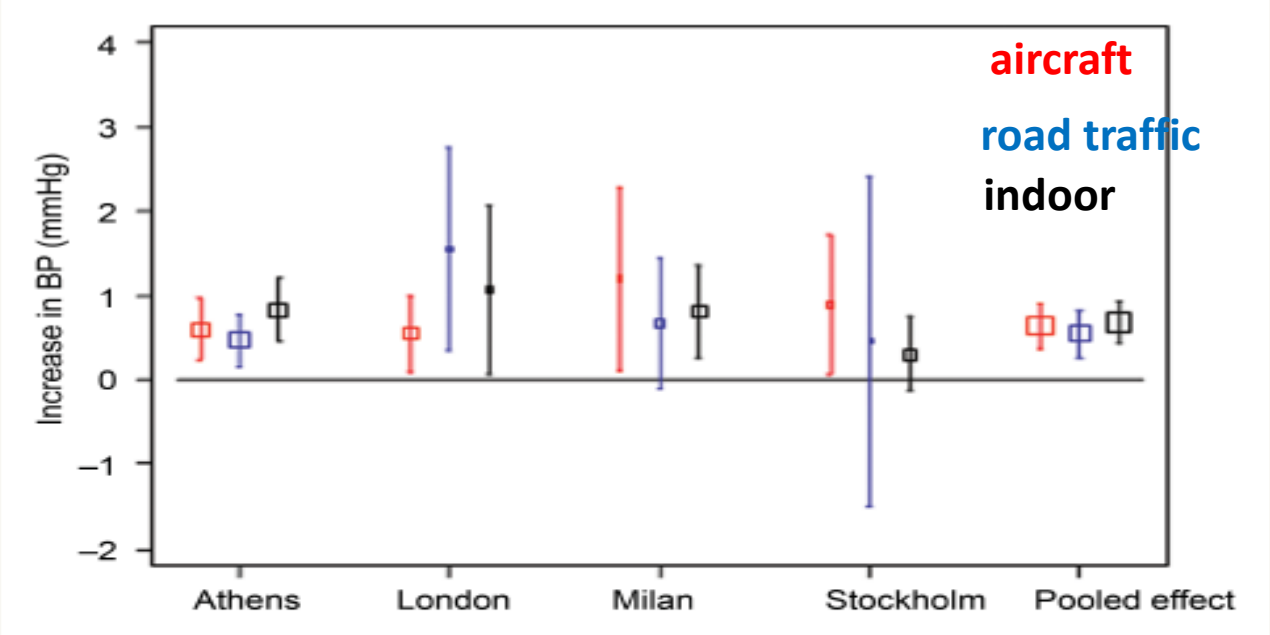


Figure 3 Centre-specific and pooled effect estimates on diastolic blood pressure (BP) and its 95% confidence Interval (CI) associated with an increase of 5 dB in LAmax of aircraft event (red), of road traffic event (blue) and of indoor event (black) during night-time sleep (source-specific event identified as present if indoor measured LAmax > 35 dB)

Haralabidis et al Eur Heart J 2008

Les nuisances sonores des avions induisent l'hypertension artérielle (HYENA)

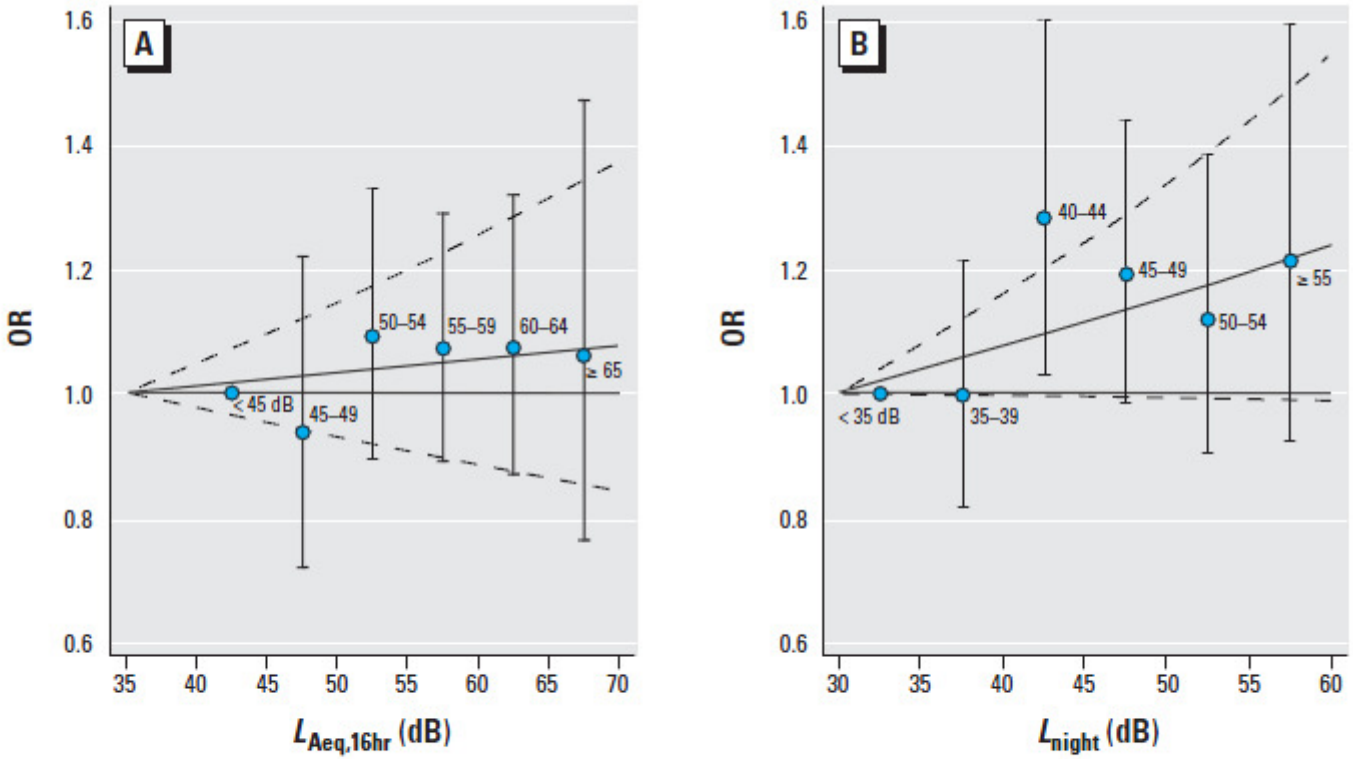


Figure 1. ORs of hypertension in relation to aircraft noise (5-dB categories). $L_{Aeq,16hr}$ (*A*) and L_{night} (*B*) separately included in the model. Adjusted for country, age, sex, BMI, alcohol intake, education, and exercise. The error bars denote 95% CIs for the categorical (5-dB) analysis. The unbroken and broken curves show the ORs and corresponding 95% CIs for the continuous analysis.

Jarup L et al. Environ Health Perspect 116:329–333 (2008)

Night-time Noise Guideline (2009)

- *'… There is no sufficient (DIRECT) evidence that the biological effects observed at the level below 40 dB Lnight,outside are harmful to health.*
- *… However, adverse health effects are observed*

WHO/OMS NIGHT NOISE GUIDELINE LNIGHT = 40 dB

insomnia, and increased use of somnifacient drugs and sedatives.
- *Therefore, 40 dB Lnight,outside is equivalent to the lowest observed adverse effect level (LOAEL) for night noise… '*

LE BRUIT AMBIANT PENDANT LA NUIT EN REALITE

	L_{night} in dB				
Country	40–45	46–50	51–55	56–60	61–65+
Switzerland (Müller-Wenk, 2002)	–	24%	14%	7%	2%
Netherlands (Nijland and Jabben, 2004)	25%	31%	19%	6%	1%

Table 1.5 Percentage of dwellings per noise class of L_{night} in dB

WHO night time noise guideline 2009

‘Worst Case Scenario’ for sleep disturbance

‘At a given Lnight value, the most unfavourable situation in terms of a particular direct biological effect of night-time noise is not, as might be supposed, one characterised by a few loud events per night. Rather, the worst case scenario involves a number of noise events all of which are roughly 5 dBA above the threshold for the effect in question..’

The Influence of Night –time Noise on Sleep and Health, **2004**, p 17.

Netherlands Health Council (Nederlandse Gezondheidsraad):

'However, limiting the SEL inside the bedroom to less than the biological effect threshold levels is not a technically realistic option at the present time. Depending on how Lnight is regulated, one option might also be to limit the number of noise events'

An Lnight/Laeq does not garantee health protection but creates the illusion of economic growth with less impact on health!

The characteristics and number of individual events should be taken into account!

EU directive 2002/49

The selected common noise indicators are Lden, …/… and Lnight, … It is also useful to allow Member States to use supplementary indicators in order to monitor or control special noise situations