

**INSPQ**

INSTITUT NATIONAL  
DE SANTÉ PUBLIQUE  
DU QUÉBEC

Centre d'expertise  
et de référence



# Les effets du bruit sur la santé humaine et ses conséquences économiques

Tony Leroux, professeur titulaire, Faculté de médecine, Université de Montréal, CRIR-IURDPM, CCSMTL  
Pierre Deshaies, médecin spécialiste, Institut national de santé publique du Québec, CISSSCA, Université Laval  
Avec la collaboration de Richard Martin, conseiller scientifique, Institut national de santé publique du Québec

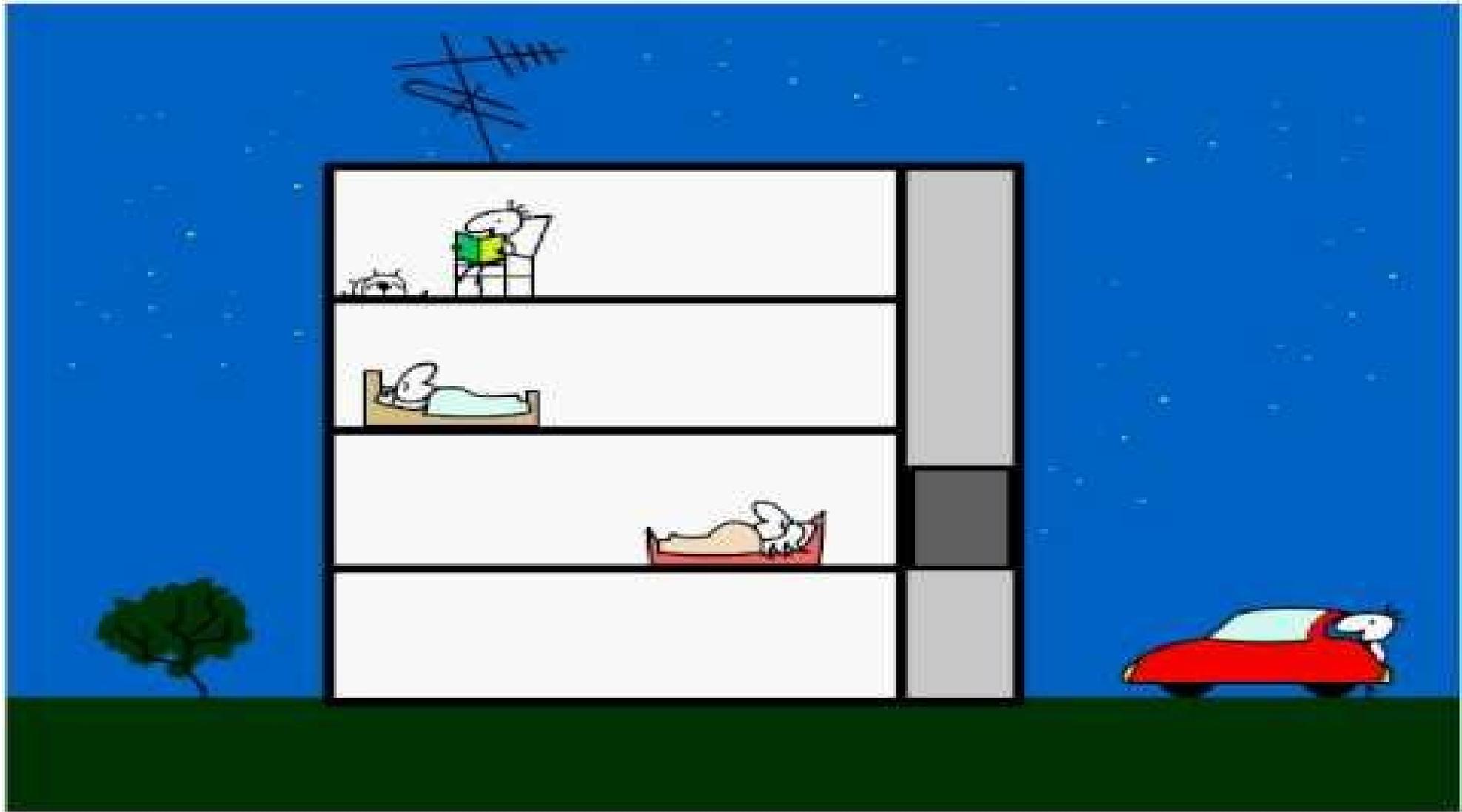
Journées du bruit environnemental  
12 novembre 2019

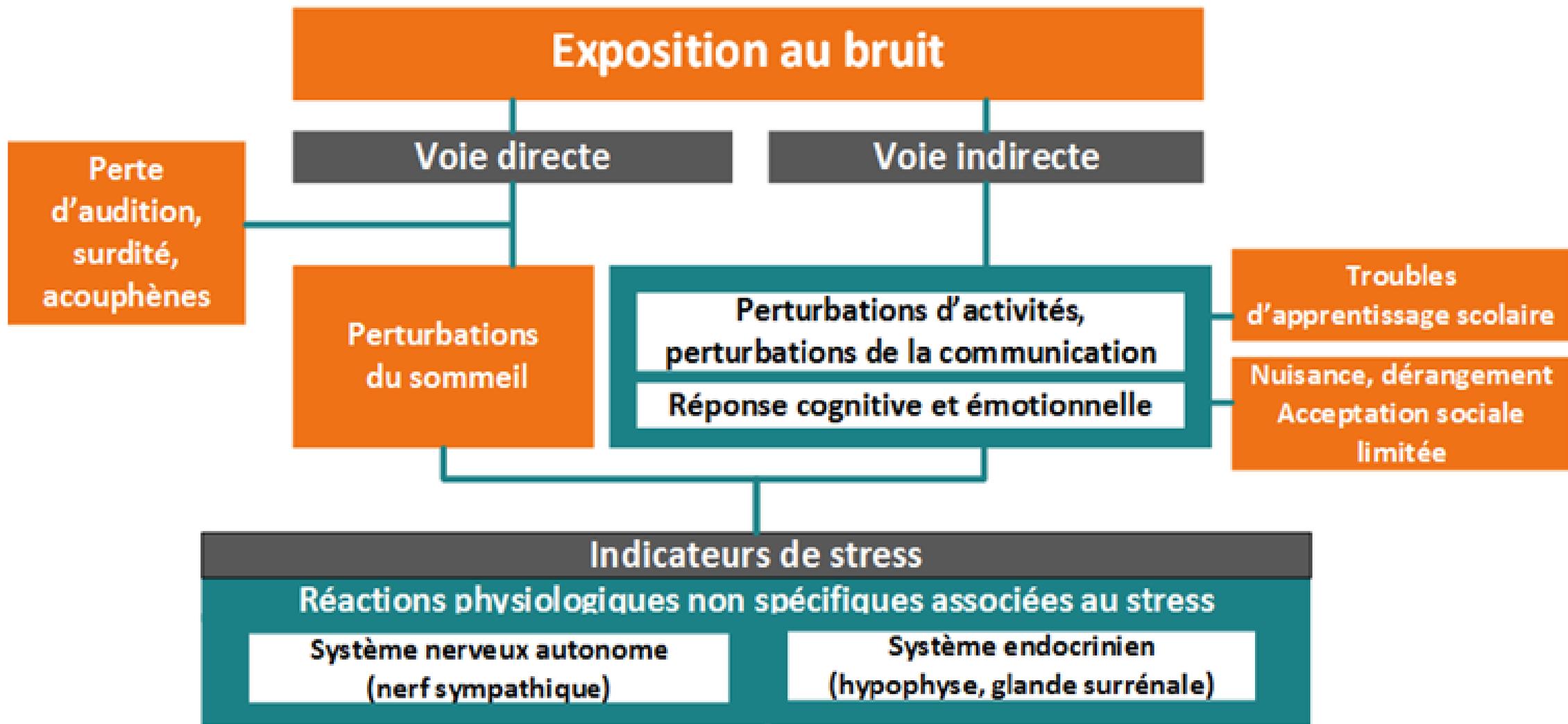
[www.inspq.qc.ca](http://www.inspq.qc.ca)

Institut national  
de santé publique  
Québec

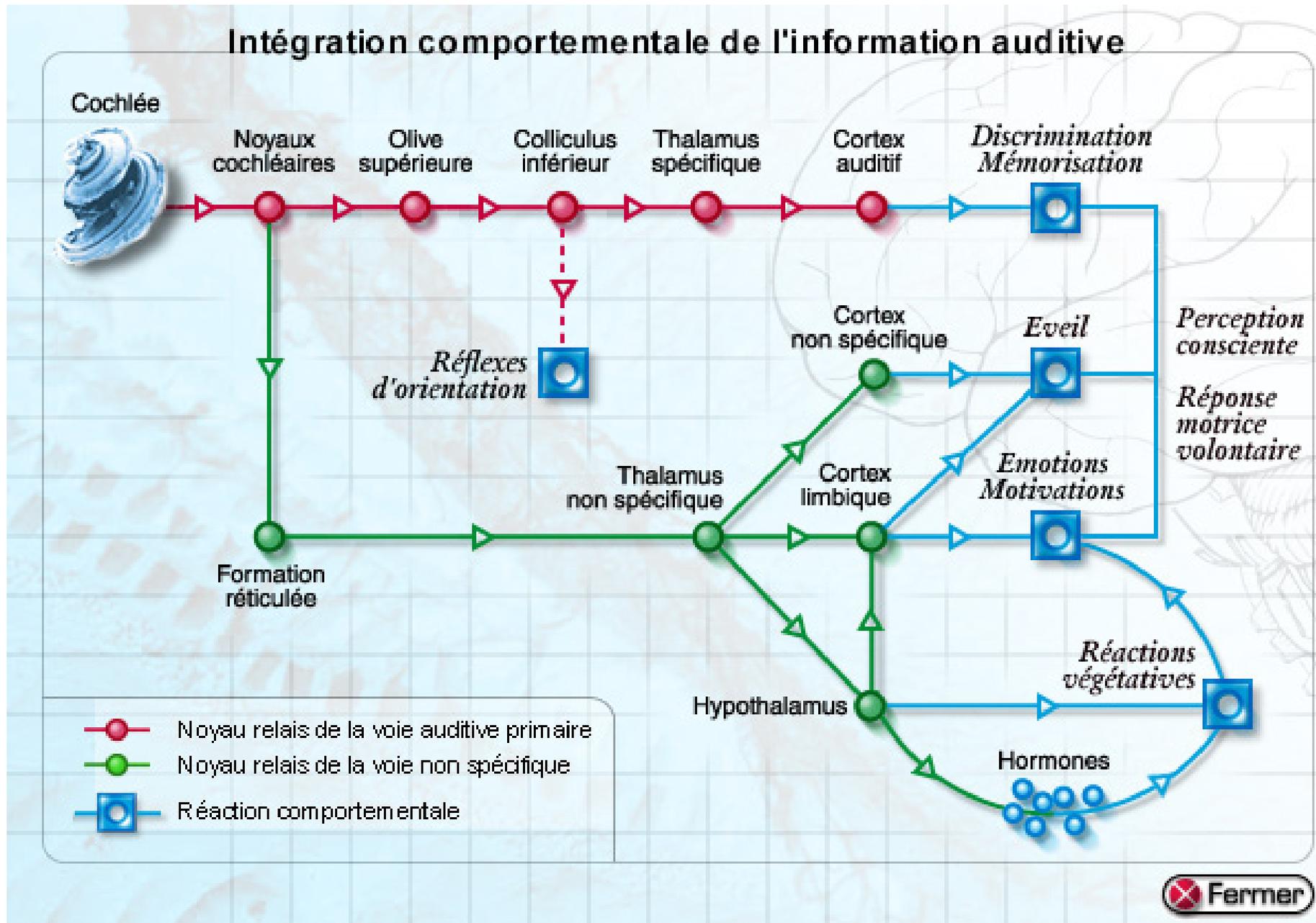


# Parmi les effets du bruit environnemental sur la santé...

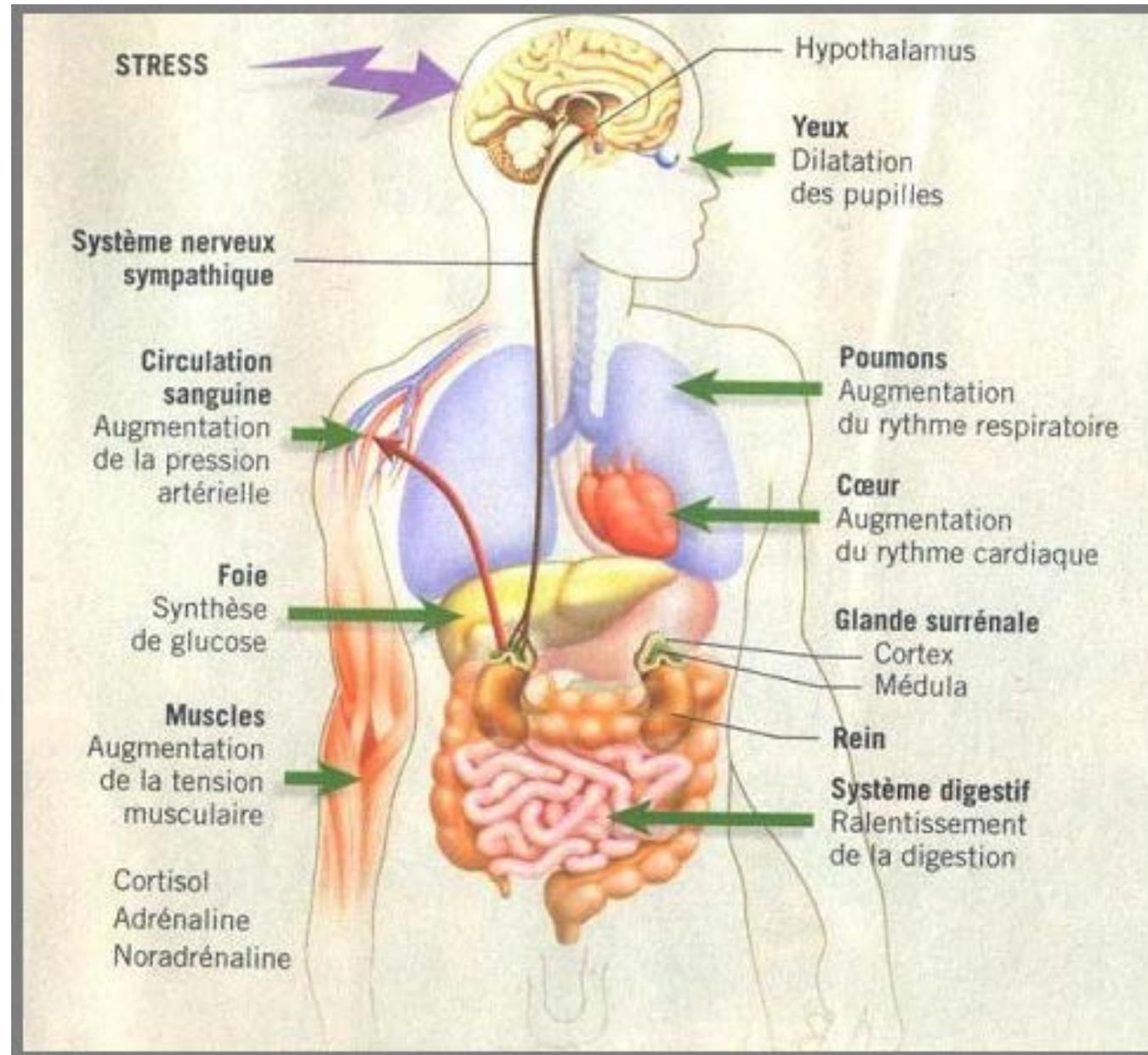




# Intégration comportementale de l'information auditive



# Réactions physiologiques non-spécifiques associées au stress



# Effets avérés

Des preuves suffisantes sont disponibles dans la littérature scientifique

- **Effets sur la santé physique**
  - Perturbations du sommeil
  - Maladies cardiovasculaires
  - Perte d'audition
  - Acouphènes
- **Effets psychosociaux**
  - Nuisance (gêne, dérangement)
  - Apprentissage en milieu scolaire (effets cognitifs)
  - Acceptation limitée (réponses individuelles et collectives)
- **Effets économiques**

# Effets du bruit sur la santé physique

[www.inspq.qc.ca](http://www.inspq.qc.ca)

# Troubles du sommeil



## Effets immédiats sur le sommeil

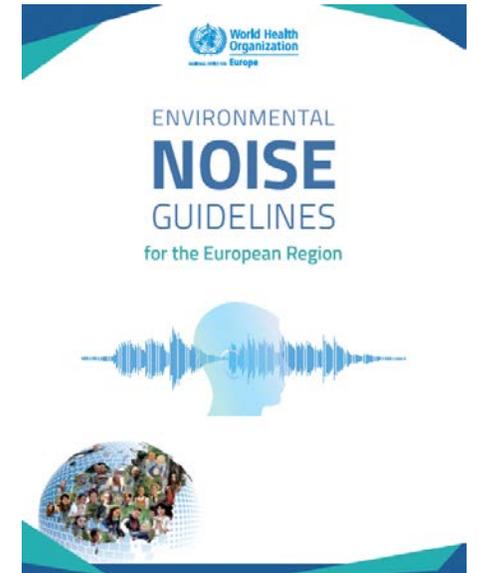
- Éveils plus fréquents
- Difficulté à s'endormir
- Éveil précoce
- Effets physiologiques mesurables (laboratoire)
- Perturbation des phases du sommeil (laboratoire)

## Conséquences des perturbations du sommeil (lendemain)

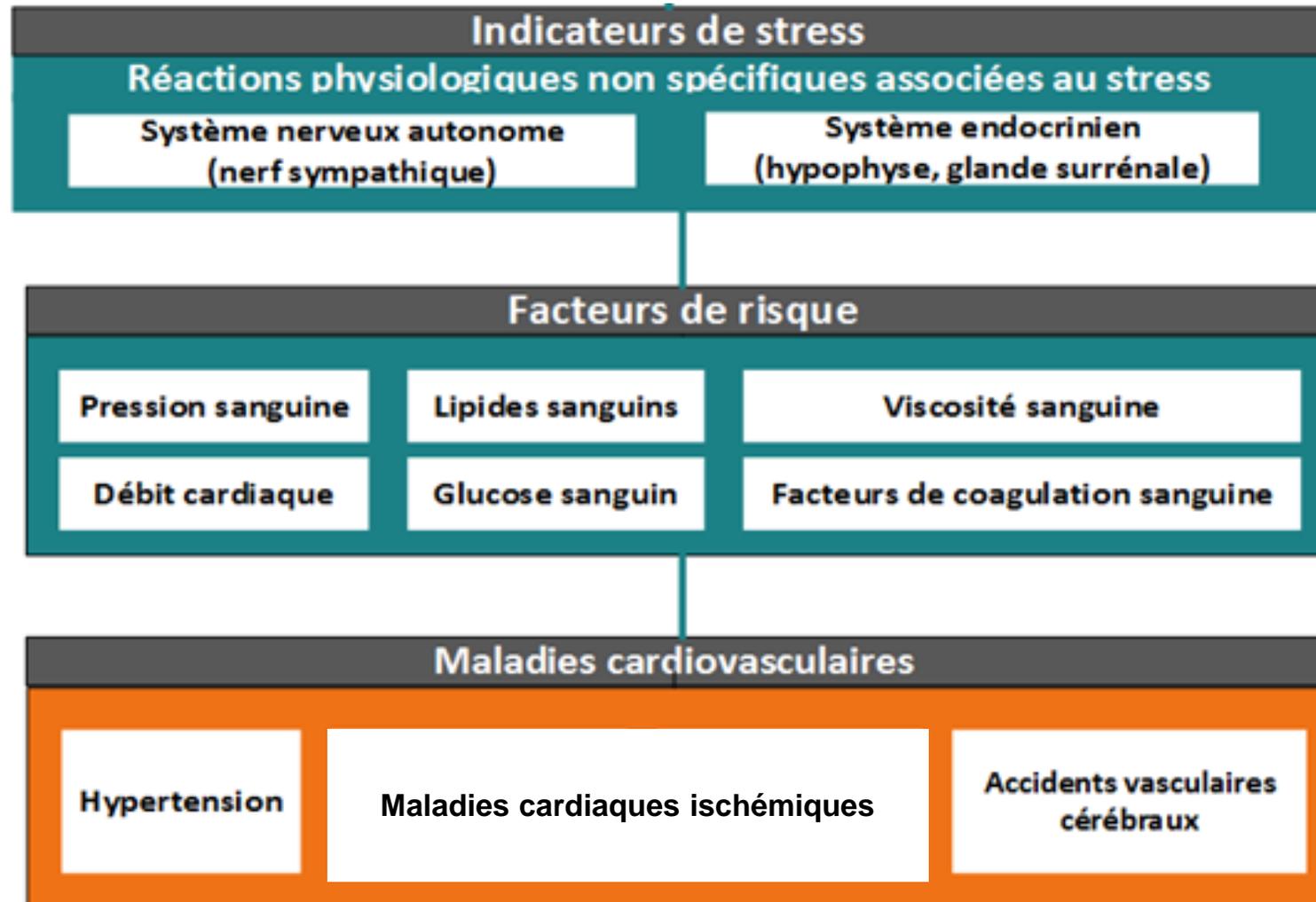
- Somnolence diurne, fatigue
- Diminution subjective de la qualité du sommeil
- Diminution de la performance et capacité au travail
- Attention et concentration diminuées
- Diminution de la qualité de vie

# Troubles du sommeil

Problèmes de santé, effet étudié	Source de bruit	Qualité de la preuve
		Risque relatif
Forte diminution subjective de la qualité du sommeil	Routier	Qualité moyenne 3% >45 dBA ( $L_n$ )
	Aérien	Qualité moyenne 11% >40 dBA ( $L_n$ )
	Ferroviaire	Qualité moyenne 3% >44 dBA ( $L_n$ )



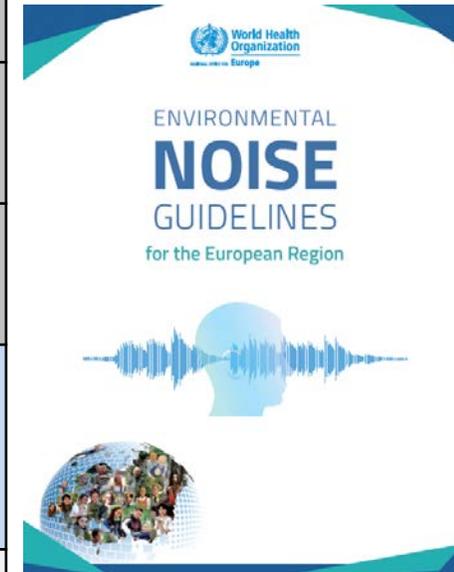
# Maladies cardiovasculaires



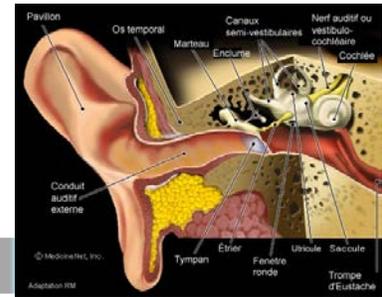
Source: adapté de Lebel et al., 2019

# Maladies cardiovasculaires

Problèmes de santé, effet étudié	Source de bruit	Qualité de la preuve
		Risque relatif (5 ou 10%)
Infarctus, angine de poitrine (maladies ischémiques) Seuil de risque relatif à 5%	Routier	<b>Forte qualité</b> <b>&gt;59 dBA (L<sub>den</sub>)</b>
	Aérien	Qualité très faible <b>&gt;53 dBA (L<sub>den</sub>)</b>
	Ferroviaire	Aucune étude assez bien menée pour conclure
Hypertension artérielle Seuil de risque relatif à 10%	Routier Aérien Ferroviaire	Qualité faible Effet non significatif
AVC (peu d'études réalisées)	Aérien	Grande variabilité selon type d'études
	Routier	Preuve faible



# Audition - Perte auditive



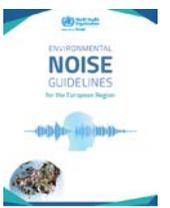
- Exposition environnementale: armes à feu récréatives, loisirs bruyants, jouets, concerts, lecteurs de musique personnels (LMP)
  - Preuves de pertes auditives: armes à feu, travail du bois-loisirs
  - Plusieurs études: 5-10% adolescents exposés à des niveaux d'écoute LMP potentiellement nuisibles
  - Absence d'étude épidémiologique sur la perte auditive permanente chez les jeunes

# Audition - Acouphènes



- Sensation auditive (bourdonnement, sifflement, etc.) perçue en l'absence de son ou de bruit extérieur
- Accompagne souvent, mais pas toujours, la perte auditive (dans 30% cas)
- Peuvent être incapacitants: sommeil, concentration, vie sociale, etc.
- Prévalence acouphènes incapacitants: **5%** de la population
- Bruit environnemental: fraction attribuable: **3%**

# Autres effets non-avérés à propos de problèmes de santé publique répandus



Problèmes de santé, effet étudié	Source de bruit	Qualité de la preuve
Diabète	Routier	Qualité très faible à modérée Association significative > 50 dBA (L <sub>den</sub> ) Résultats imprécis, risque de biais
	Aérien	Qualité très faible Résultats imprécis
	Ferroviaire	Qualité très faible à modérée Aucune association significative
Obésité	Routier	Qualité très faible Résultats variables d'une étude à l'autre
	Aérien	Qualité faible à modérée Une seule étude
	Ferroviaire	Qualité très faible à faible Association significative > 60 dBA (L <sub>den</sub> )

# Effets psychosociaux de l'exposition au bruit

[www.inspq.qc.ca](http://www.inspq.qc.ca)

# Nuisance (gêne, dérangement)



## ○ Réactions émotionnelles négatives

- Nuisance, gêne, déception, insatisfaction, préoccupation, contrariété, dérangement, inconfort, appréhension, malaise, sentiment d'impuissance, anxiété, distraction, agitation, épuisement, détresse, irritation, exaspération, haine ou colère

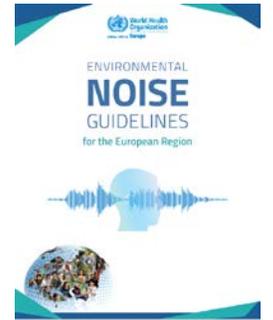
## ○ Nuisance

- Effet le plus étudié, reconnu par l'OMS, même si pas une maladie
- Personnes fortement dérangées (*highly annoyed*)
- Indicateur de santé publique
- Mesuré - norme internationale – ISO/TS 15666 : 2003

## ○ Concepts psychologiques sous-jacents

- À cause du bruit, une personne
  - se sent obligée de faire des choses qu'elle ne veut pas faire ou;
  - évalue cette situation au plan cognitif et émotionnel et se sent en partie impuissante face à celle-ci

# Nuisance (gêne, dérangement)



Problèmes de santé, effet étudié	Source de bruit	Qualité de la preuve 10% de risque absolu
Fort dérangement <i>Highly annoyed</i>	Routier	Qualité modérée Seuil de risque atteint > 53 dBA (L <sub>den</sub> )
	Aérien	Qualité modérée Seuil de risque atteint > 45 dBA (L <sub>den</sub> )
	Ferroviaire	Qualité modérée Seuil de risque atteint > 54 dBA (L <sub>den</sub> )

# La nuisance augmente avec le niveau d'exposition

Figure 2 Proportion de personnes fortement dérangées (% *highly annoyed*) par le bruit du trafic aérien, routier et ferroviaire à leur domicile selon le niveau d'exposition ( $L_{den}$ ). Les lignes pleines correspondent aux courbes estimées; les lignes pointillées montrent les intervalles de confiance à 95 %

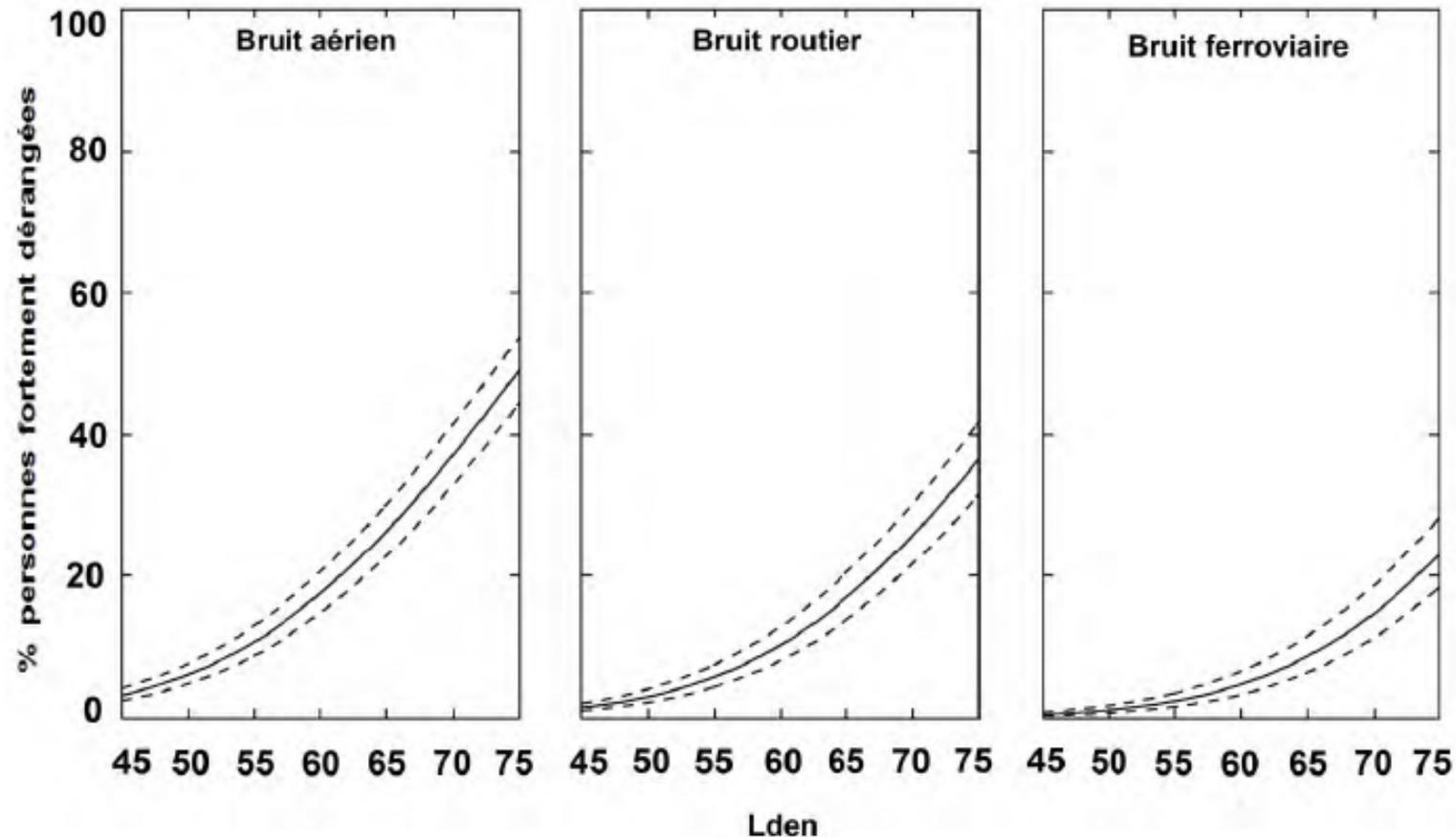


Figure traduite à partir de Miedema (2007)<sup>[226]</sup>.

Source: Martin et al. INSPQ, 2015

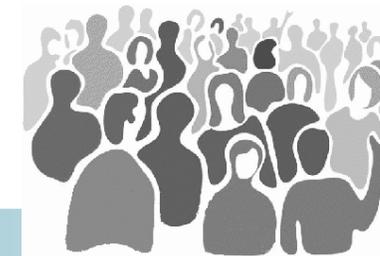
# Effets cognitifs

## Apprentissage chez les enfants, performance scolaire



Problèmes de santé, effet étudié	Source de bruit	Qualité de la preuve Retard de développement d'un mois
Habilités en lecture Compréhension langage oral	Routier	Qualité très faible
	<b>Aérien</b>	<b>Qualité modérée</b> <b>Risque significatif <math>\geq 55</math> dBA (<math>L_{den}</math>)</b>
	Ferroviaire	Aucune étude assez bien menée pour conclure

# Acceptation limitée



Concept en évolution vs acceptabilité sociale

L'acceptation peut être documentée par:

- Le nombre de plaintes
- Les réactions collectives (regroupements, recours juridiques)

Source: Martin et al. INSPQ, 2015

Type de source de bruit	Organisme	Période	Nombre de plaintes	Notes
Transport routier (incluant construction ou rénovation routes)	Ministère des Transports du Québec (MTQ)	2005-2010	55	
Transports (routier, aérien, ferroviaire)	Directions (régionales) de santé publique (DSP)	2000-2006	16	
Transport routier	Ville de Lévis	2002-2007	10	
Transport aérien	Transports Canada	2007	30	Estimation
	Aéroports de Montréal (Montréal-Trudeau) (ADMTL)	1999-2009	10 369	
	Aéroport international Jean-Lesage (AIJL)	1998-2009	216	
	Aéroport Montréal Saint-Hubert Longueuil (AMSL)	1998-2010	1 021	
Transport ferroviaire	Office des Transports du Canada (OTC)	2005-2010	8	
Industriel, commercial, installations fixes, construction	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP)	Avril 2001-Mars 2011	2 223	
	Directions (régionales) de santé publique (DSP)	2000-2006	47	
Industriel, commercial, installations fixes (ex. : thermopompes), loisirs	Ville de Lévis	2002-2007	100	
	Ville de Québec	2002-2006	1 270	
	Ville de Laval	2000-2006	1 003 (743)	(Contraventions)
Industriel, événements, installations fixes, etc.	Ville de Montréal (Accès-Montréal-311)	2006-2010	3 898 <sup>a</sup> (292) <sup>b</sup>	« Permis-bruit »
Voisinage, loisirs, musique et divertissements	Directions (régionales) de santé publique (DSP)	2000-2006	43	
Ordre et paix, nuisances publiques, musique, voisinage, etc.	Québec	2000-2006	57 271	Ordre et paix (48 %). Musique (35 %)
	Longueuil	2005-2007	45 375	Nuisances publiques (35 %), troubler paix (25 %)
	Terrebonne	2000-2005	2 637	
Sources : services de police	Laval	2004-2006	12 204 (409)	(Contraventions)
	Lévis	2003-2006	4 638	
	Sûreté du Québec (SQ)	2005-2010	92 000 <sup>c</sup>	Bruit en général musique, voisins, chien, etc.

Le nombre de plaintes

Une illustration de l'acceptation sociale

<sup>a</sup> Requêtes.

# Acceptation limitée (acceptabilité sociale) Regroupements - Réponses des tribunaux



**Au moins une trentaine de groupes de citoyens recensés (2015)**

## Quelques jugements



- P'tit Train du Nord (CS 2004)
- Ciment du St-Laurent (2008 CSC 64)
- Autoroute Laurentienne (2018 QCCS 527)
- Coalition contre le bruit & Bel-Air aviation (Lac-à-la-Tortue) (2019 QCCS 713)
- Auberge du Parc Ltée (2009 QCCA 257), ...

# Effets économiques de l'exposition au bruit

[www.inspq.qc.ca](http://www.inspq.qc.ca)

# Estimations des coûts pour le Québec



## Plusieurs méthodes pour évaluer les coûts ...

L'une d'elle ramène les coûts sur la base du produit intérieur brut (PIB)

- Entre 0,02% et 2,27% du PIB, variable selon les pays et les diverses méthodes d'estimation utilisées
- **La plupart des estimés 0,2%-PIB (Quinet):**

679 M\$ (année 2013)



871 M\$ (année 2018)

# Perte de valeur foncière liée au bruit des transports

Dépréciation	Bruit aérien	Bruit routier	Bruit ferroviaire
Moyenne/habitation ou logement	 19 950 \$/habitation; environ 9 % en moyenne ( <b>Canada, 2000</b> ) 10 000 €/logement; environ 10 % en moyenne ( <b>France, 2016</b> ); (15 300 \$ CA) <sup>1</sup>	 n.d. <sup>2</sup>	 n.d. <sup>2</sup>
Moyenne par dB (selon le niveau de bruit)	0,82 % / dB (> 60 dBA)	<b>0,5 % / dB</b> (≥ 50 dBA)	<b>0,4 % / dB</b> (50-54 dBA) <b>0,7 % / dB</b> (≥ 55 dBA)

Ex.: bruit routier

**Tx marginal (0,5%/dB)**  
 Maison 225 000 \$

55 dB=2,5%  
 (-5 625\$)

60 dB=5%  
 (-11 250 \$)

1 : Selon le taux de change annuel 2018, Banque du Canada. 2 : Données non disponibles.

# Coûts pour corriger ou atténuer le bruit selon le type de source

Bruit routier	Bruit des transports, de voisinage	Bruit aérien
<b>Écrans antibruit</b> <b>Coût : 3 à 6 M\$ par kilomètre pour un mur en béton<sup>1</sup> (Québec)</b>	Coût de l'insonorisation lors de la construction 762 € par logement (France, 2006) (1 166 \$ CA)  Coût de correction de l'insonorisation 7 600 € par logement (France, 2006) (11 600 \$ CA)	Près des aéroports  Coût moyen de la correction de l'insonorisation 10 500 \$ US (1994) par logement (13 600 \$ CA); 15 600 \$ US (2010) par personne affectée (20 210 \$ CA); 6 000-10 000 € par logement (France, 2006) (9 200-15 300 \$ CA).  Rachat de terrains et de logements (coût d'acquisition) : 48 900 \$ US(2010) par personne concernée (63 350 \$ CA)
<b>Note : coûts originaux et coûts en dollars canadiens selon les taux de change annuels 2018, Banque du Canada</b>		

<sup>1</sup> Selon Martin & Gauthier (2018)

Source: MSSS 2019

# Bénéfices de différentes mesures appliquées pour lutter contre le bruit selon le type de source

Bruit routier	Bruit des transports	Bruit aérien
<p><b>Pneus à faible bruit</b> (solution existante; promotion, étiquetage, baisse des limites de bruit émis)</p>  <p>Rapport coût-efficacité élevé (2010-2022) : Bénéfices de 48 à 123 milliards d'euros (73 à 188 G\$ CA) comparativement au coût de 1,2 milliard d'euros (1,8 G\$ CA) pour l'industrie (Europe, 2006; 25 pays)</p>	<p>Écrans antibruit.</p> <p>Augmentation de la valeur des propriétés (Suède)</p>	<p>Récupération de l'investissement</p> <p>65 % des pertes économiques peuvent être récupérées (Pays-Bas)</p>
		<p>Retrait accéléré des avions plus bruyants</p> <p>Rapport coût-efficacité net de 534 \$ à 880 \$ US (2010) par personne/dB (692-1 140 \$ CA)</p>

Note : coûts originaux et coûts en dollars canadiens selon les taux de change annuels 2018, Banque du Canada

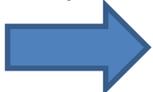
# Coûts sociaux du bruit - Transports



Conseil  
National  
du Bruit



Tableau 1: Périmètre des coûts sociaux du bruit dans les travaux existants (quantifiés ou non)

Origine du bruit	Conséquences	Parties prenantes affectées	Quantifié dans la littérature?	Traduit en coût financier?
Transports   	Gêne	Individus	Oui	Oui
	Maladies cardiovasculaires	Individus, Sécurité Sociale	Oui	Oui, partiellement
	Troubles du sommeil	Individus, Sécurité Sociale	Oui	Oui, partiellement
	Perte indirecte de productivité	Individus	Non	Non, mais estimation indicative fournie par la présente étude
	Perte de valeur immobilière	Individus, Collectivités locales	Oui	Oui
	Entrave au parcours scolaire	Individus	Non	Non, mais estimation indicative fournie par la présente étude
	Aménagement du territoire	Etat	Non	Non
	Perte de rentrées fiscales et de cotisations sociale	Etat, Sécurité Sociale, Collectivités	Non	Non

# Coûts sociaux du bruit - Voisinage



Origine du bruit	Conséquences	Parties prenantes affectées	Quantifié dans la littérature?	Traduit en coût financier?
Voisinage ➔ ➔	Gêne	Individus	Oui, partiellement	Oui, estimation indicative fournie par la présente étude
	Maladies cardiovasculaires	Individus, Sécurité Sociale	Non	
	Troubles du sommeil	Individus, Sécurité Sociale	Non	
	Perte de valeur immobilière	Individus, Collectivités locales	Oui, partiellement	Oui, partiellement
	Entrave au parcours scolaire	Individus et Etat	Non	Non
	Incivilité et conflits de voisinage	Individus, Etat (interventions policières)	Oui, partiellement	Non

Source : Ernst & Young 2016

# Pour conclure

[www.inspq.qc.ca](http://www.inspq.qc.ca)

# Principaux constats



- Le BRUIT est plus qu'un désagrément passager
- Réel problème de santé publique
- Nombreux effets importants sur la santé et sur la qualité de vie, ainsi que des effets économiques
- En 2011, en Europe de l'Ouest, on estimait que 1,0-1,6 million d'années de vie corrigées pour l'incapacité (AVCI (*DALY*)) étaient perdues annuellement à cause du bruit environnemental (fardeau de la maladie)

# Estimation des personnes exposées à des sources de bruit environnemental nuisibles

Environnement sonore	Estimation des personnes à risque chez les 15 ans et +	Estimation selon la population de...
Circulation routière	460 000	2006
Bruit de voisinage (min. et max. pour les diverses sources [personnes, fêtes, animaux, etc.])	5 300-93 500	2001
Activités industrielles	14 800 - 182 700	2001
Véhicules hors route	47 700	2001
Activités (travaux) de construction	43 500	2001
Activités agricoles	23 000	2001
Bruit aérien	22 300	2001
Bruit ferroviaire (trains)	13 000	2001
<b>Toutes sources ext. (sauf bruit milieu de travail)</b>	<b>560 000</b>	2001
Écoute de la musique à un niveau sonore élevé	17 200-34 500	2006
Bruit en milieu de travail	287 000-359 000	2006

+ 500 000  
(2014)

640 000  
(2014)

Merci !

[www.inspq.qc.ca](http://www.inspq.qc.ca)

# Références

Ernst & Young (2016). Le coût social du bruit – Analyse bibliographique des travaux français et européens. Pour le compte du Conseil National du Bruit et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. 59 p. Repéré le 27 octobre 2019 à <https://www.ademe.fr/analyse-bibliographique-travaux-francais-europeens-cout-social-pollutions-sonores>.

Gillen, D. (2007). Noise and the Full Cost Investigation in Canada: Final Report - Estimation of Noise Costs due to Road, Rail and Air Transportation in Canada. Repéré le 28 octobre 2019 à [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2008/tc/T22-150-2007E.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2008/tc/T22-150-2007E.pdf).

Kempen EV, Casas M, Pershagen G, Foraster M. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Feb 22;15(2). pii: E379. doi: 10.3390/ijerph15020379. Repéré le 2019-10-25 à <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/379/pdf>.

Lebel G, Martin R et Dubé M. (2019). La perturbation du sommeil et le dérangement associés au bruit environnemental dans la population québécoise en 2014-2015, rapport de surveillance, publication no. 2515, Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, INSPQ. Repéré le 25 octobre 2019 à [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2515\\_derangement\\_perturbation\\_sommeil\\_bruit\\_environnemental.pdf](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2515_derangement_perturbation_sommeil_bruit_environnemental.pdf).

Martin, R., Deshaies, P. et Poulin, M. (2015). Avis sur une politique québécoise de lutte au bruit environnemental : pour des environnements sonores sains. Québec: Institut national de santé publique du Québec. Repéré le 2019-10-25 à <https://www.inspq.qc.ca/publications/2048>.

# Références (suite)

Martin, R. et Gauthier, M. (2018). Meilleures pratiques d'aménagement pour prévenir les effets du bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie. Institut national de santé publique du Québec. Repéré le 8 novembre 2019 à [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2450\\_meilleures\\_pratiques\\_aménagement\\_effets\\_bruit\\_environnemental.pdf](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2450_meilleures_pratiques_aménagement_effets_bruit_environnemental.pdf)

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) (2019). Vision et orientations gouvernementales en matière de lutte contre le bruit environnemental au Québec. Document pour consultation. Repéré le 28 octobre 2019 à [https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/documents/bruit-environnemental/19-214-02w\\_vision\\_orientation\\_bruit\\_complet.pdf](https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/documents/bruit-environnemental/19-214-02w_vision_orientation_bruit_complet.pdf).

Ministère des Finances du Québec (MFQ) (2018). Taille de l'économie (Produit intérieur brut nominal). Repéré le 28 octobre 2019 à [http://www.budget.finances.gouv.qc.ca/quebec-en-chiffres/index201811.html#/.](http://www.budget.finances.gouv.qc.ca/quebec-en-chiffres/index201811.html#/)

Pujol, R. (2017). Voyage au Centre de l'Audition. Association NeurOreille, sous la direction scientifique et éditoriale de Rémy Pujol. Université Numérique Francophone pour les Sciences de la Santé et du Sport (UNF3S), Université Montpellier 1 et INSERM. Repéré le 27 octobre 2019 à <http://www.cochlea.eu/son>.

World Health Organization (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region. Repéré le 25 octobre 2019 à [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1).

WHO Regional Office for Europe (2011). Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe Environmental burden of disease from noise in Europe - WHO EURO. Repéré le 27 octobre 2019 à [https://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/e94888/en/](https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888/en/).