

# Immersion 360 : Un environnement sonore virtuel pour l'évaluation et la réadaptation des travailleurs présentant une surdité

François Bergeron Ph. D, Faculté de médecine, Université Laval

Bastien Bouchard, Technologies Immersion, Québec

 ma Faculté pour la vie



UNIVERSITÉ  
**LAVAL**  
Faculté de médecine



# Remerciements

Ce projet a été en partie supporté par :





# Remerciements

Ce projet a été en partie supporté par :



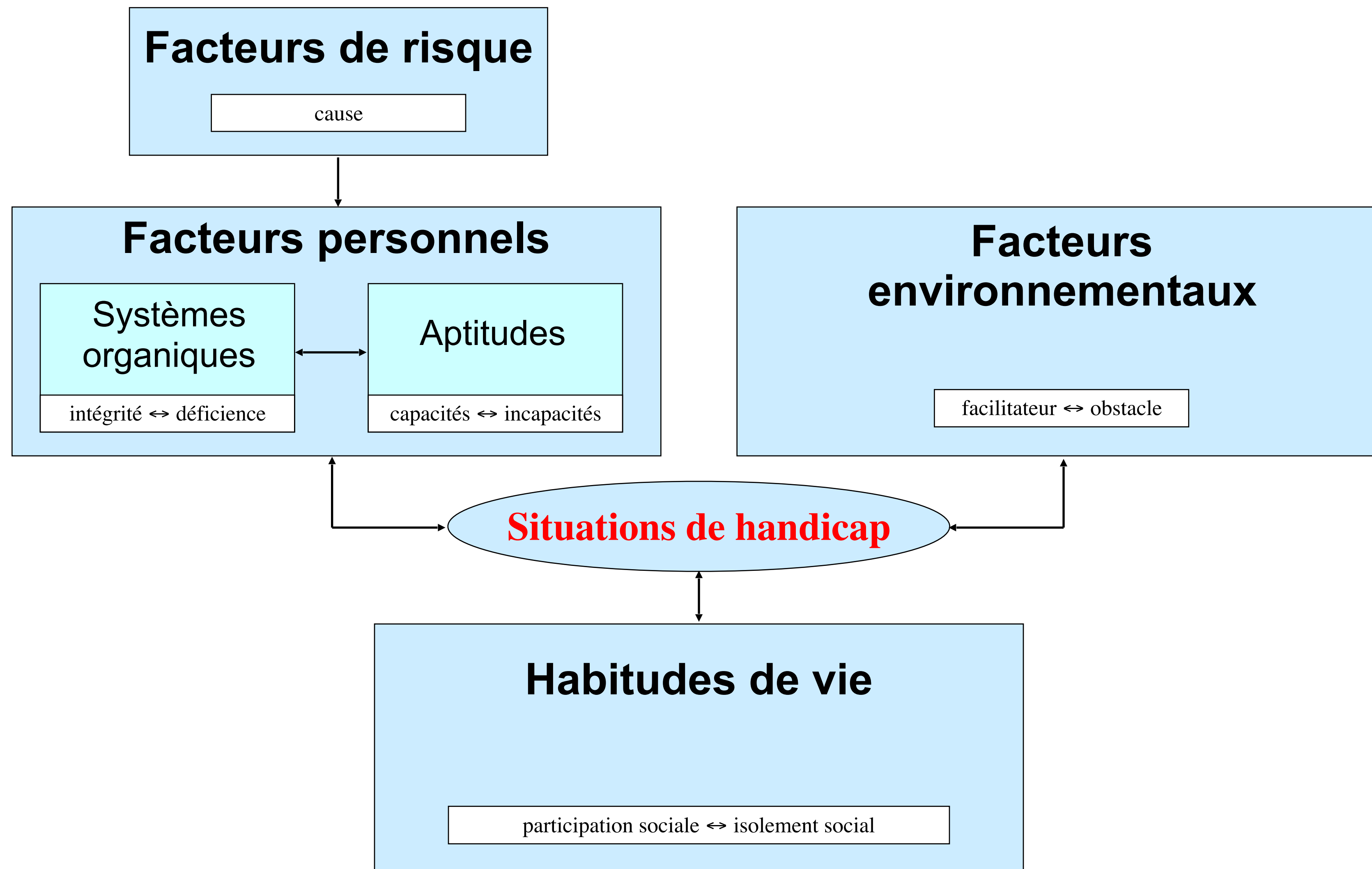
Partenariat OOAQ - REPAR



# Rationnel

L'optimisation de la perception auditive est un des premiers objectifs de l'intervention thérapeutique en audiologie

Plusieurs outils sont proposés pour guider ces interventions et en évaluer le bénéfice



PPH : Processus de production du handicap  
*RIPPH, 1998; Fougeyrollas, 2010*

# Rationnel

L'optimisation de la perception auditive est un des premiers objectifs de l'intervention thérapeutique en audiologie

Plusieurs outils sont proposés pour guider ces interventions et en évaluer le bénéfice

Les tests / moyens d'intervention devraient explorer des habiletés auditives complexes telles que celles rencontrées par les personnes vivant avec une surdité dans leur vie quotidienne d'où peuvent émerger des situations de handicap

# Rationnel

La plupart des tests contemporains sont basés sur la reconnaissance de phrases dans le bruit

- bruit dans le spectre de la parole
- diffusé à partir de positions fixes
- ratios signal/bruit prédéterminés



# Rationnel

La plupart des tests contemporains sont basés sur la reconnaissance de phrases dans le bruit

- bruit dans le spectre de la parole
- diffusé à partir de positions fixes
- ratios signal/bruit prédéterminés

*«... conversation to noise ratios are in the + 3 to + 5 dB range in order to maintain intelligibility. » (Smeds, Wolters et Rung, 2015)*



# Rationnel

La plupart des tests contemporains sont basés sur la reconnaissance de phrases dans le bruit

- bruit dans le spectre de la parole
- diffusé à partir de positions fixes
- ratios signal/bruit prédéterminés

*«... conversation to noise ratios are in the + 3 to + 5 dB range in order to maintain intelligibility. » (Smeds, Wolters et Rung, 2015)*

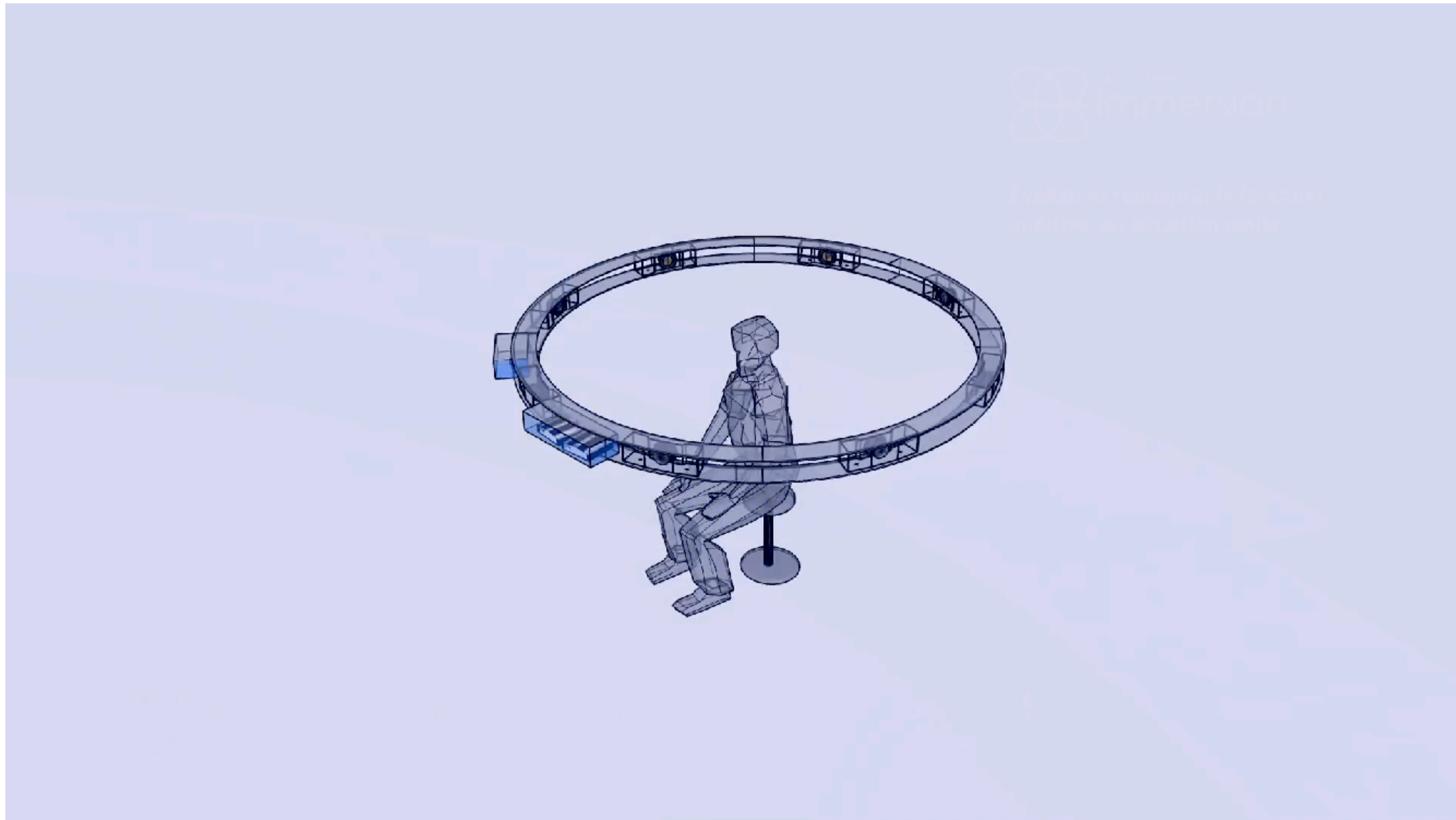
Des situations de test / d'interventions plus réalistes sont souhaitables

# Objectifs

1. Concevoir un système pouvant virtuellement reproduire des expériences auditives réalistes et permettre une situation d'évaluation / d'intervention représentative de la vie quotidienne
2. Préciser les propriétés métrologiques du système et définir des normes à partir des performances de personnes normo-entendantes

# Objectif 1

## Systeme Immersion 360

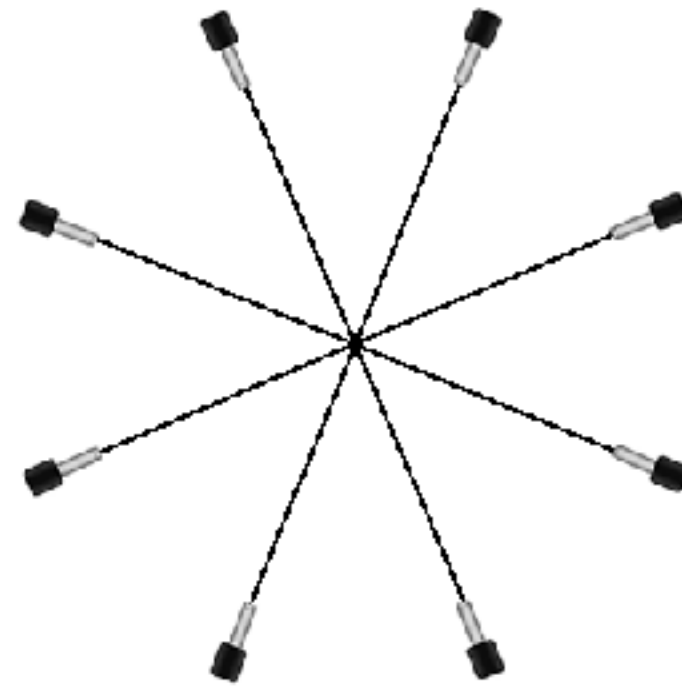




**Traffic rue**



**approx. 11 m.**





# Objectif 1

## Système Immersion 360

Environment	Level (LAeq)	Speech level (LAeq)	S/N Ratio
Car	68	71	+4
Gymnasium (ball game)	72	75	+3
Gymnasium (race)	67	69	+2
Cafeteria	60	65	+5
Restaurant	64	69	+5
Street traffic	68	71	+3
Highway traffic	63	67	+4
Garage	72	76	+4
Kindergarten	74	79	+6

# Objectif 2

## Propriétés métrologiques et normes

- Participants :
  - 30 adultes (18-30 ans)
  - Seuils auditifs  $< 20$  dB HL (250 – 8 000 Hz)
  - Francophones (15 Français, 15 Franco-Canadiens)

# Objectif 2

## Propriétés métrologiques et normes

- Procédure :
  - AzBio version francophone
  - Silence et 9 environnements virtuels
  - Niveaux de présentation et de ratios signal/bruit identiques à ceux relevés lors des enregistrements
  - Deux listes de 20 phrases dans chaque environnement
  - Ordre de présentation (listes AzBio et environnements) randomisé
  - Retest après 1 mois
  - Score = pourcentage de mots correctement identifiés



## Objectif 2

### Résultats

Les participants soulignent spontanément le réalisme des environnements virtuels :

*« Les yeux fermés, j'ai vraiment l'impression d'être au restaurant. »*



## Objectif 2

# Résultats

[illegible]

# Objectif 2

## Résultats

AzBio	Quiet	Car	Street traffic	Garage	Gymnasium Race	Gymnasium Ball	Kinder-garten	Road traffic	Cafeteria	Restaurant
Mean	99,85	98,71	98,71	98,94	95,72	99,08	99,17	98,87	98,43	99,21
SD	0,20	1,05	1,21	1,04	2,83	1,70	0,74	0,91	0,99	0,66
95% interval	99,74	98,16	98,07	98,40	94,23	97,19	98,79	98,40	97,91	98,86
	99,96	99,26	99,34	99,49	97,20	98,97	99,56	99,35	98.94	99,56
p test-retest	0,91	0,32	0,30	0,35	0,43	0,07	0,62	0,73	0,75	0.91
SE	0,11	0,42	0,55	0,74	1,02	0,57	0,41	0,28	0,41	0,40

- Reconnaissance de la parole moyenne = 95,7 % to 99,9 %
- Écart-type étroit
- Erreur standard < 1 %
- Limites normales [95 % conf. interval] = 94,2 % – 100 %

# Conclusions

- Le système Immersion 360 peut fidèlement reproduire des environnements sonores quotidiens
- Les données psychométriques pour la reconnaissance de phrases dans les environnements du système sont dans l'intervalle attendues pour des auditeurs ayant une audition normale :

valeurs normatives = 94,2 % – 100 %

# Applications cliniques

1. Évaluation des incapacités
2. Ajustement d'aides auditives
3. Évaluation des incapacités résiduelles
4. Entraînement auditif sur les incapacités résiduelles
5. Évaluation des progrès

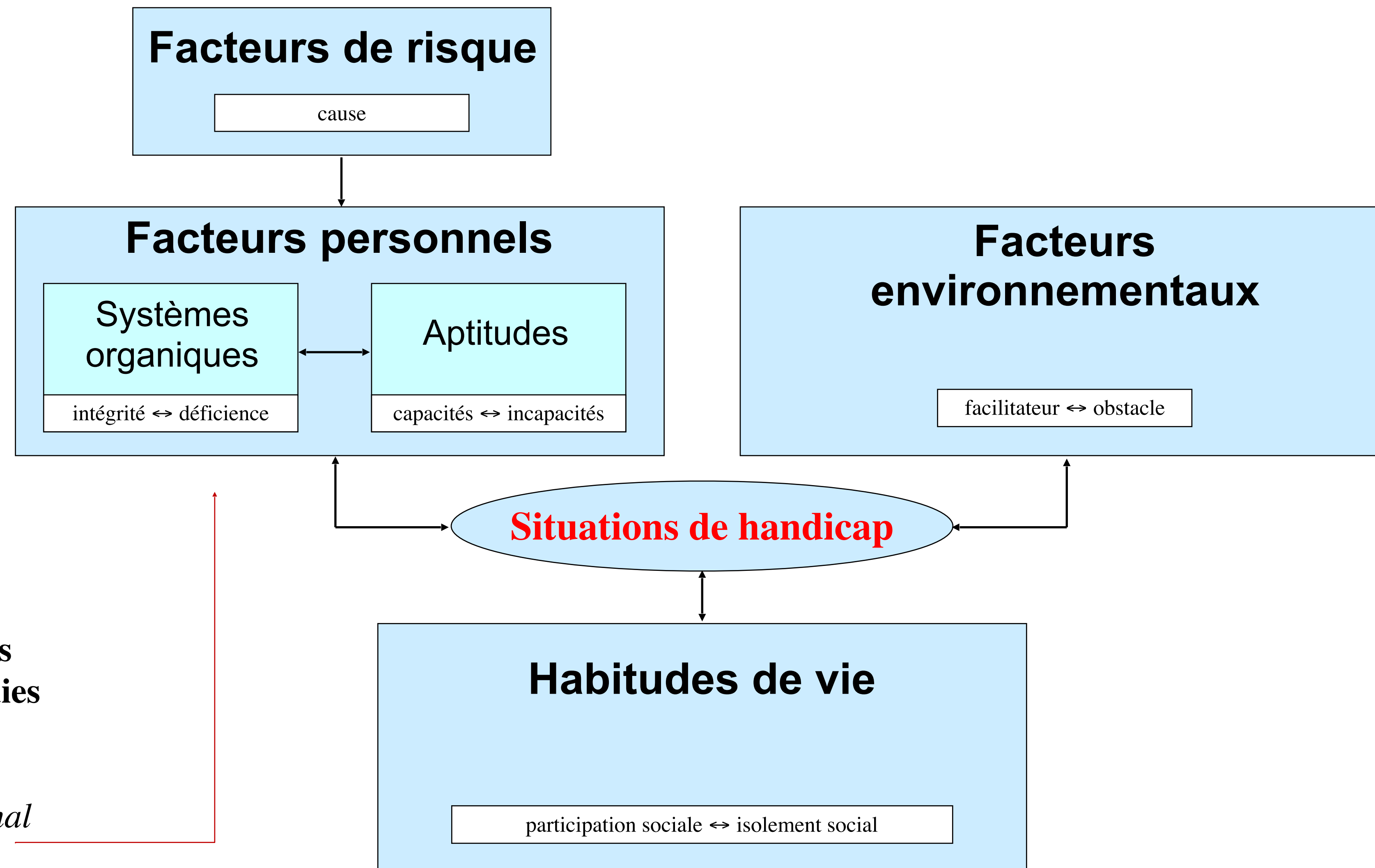


# Applications cliniques

1. Évaluation des incapacités
2. Ajustement d'aides auditives
3. Évaluation des incapacités résiduelles
4. Entraînement auditif sur les incapacités résiduelles
5. Évaluation des progrès

**Règlement sur le barème des  
dommages corporels / Loi sur les  
accidents du travail et les maladies  
professionnelles**

*... Le seuil d'indemnisation minimal  
est de 30 dB ...*



**PPH : Processus de production du handicap**  
*RIPPH, 1998; Fougeyrollas, 2010*

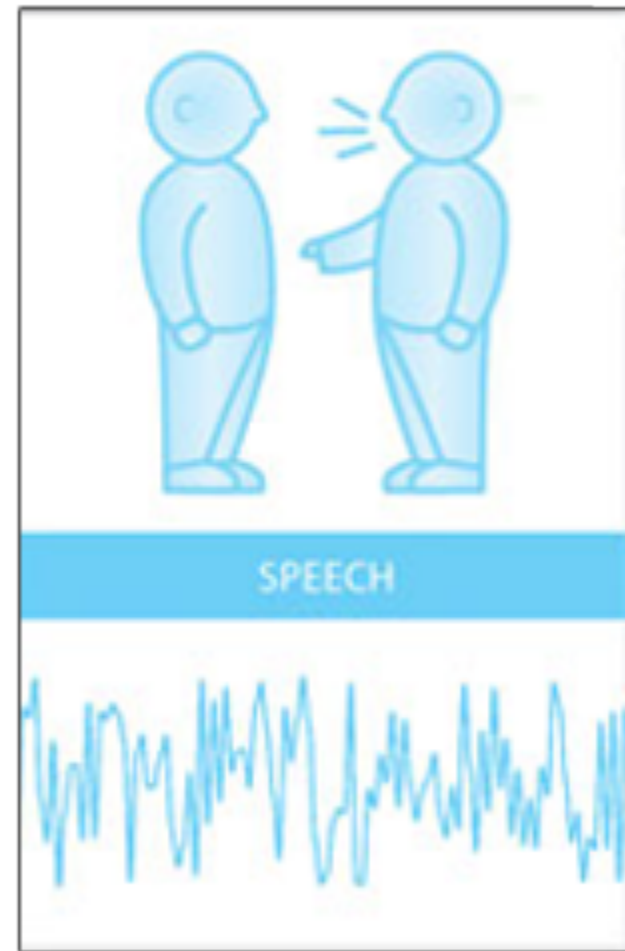
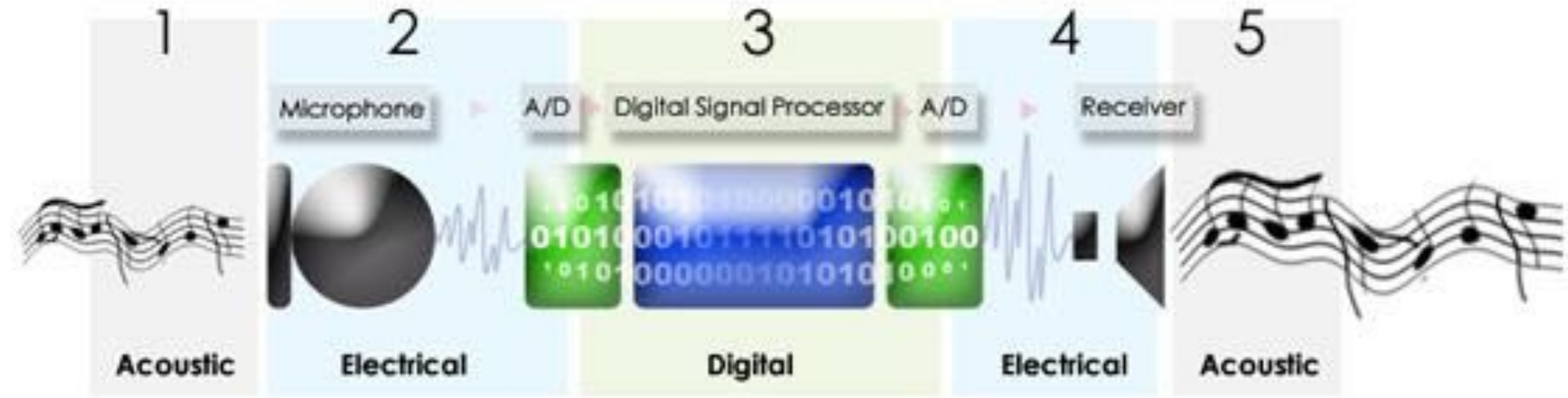
# Applications cliniques

1. Évaluation des incapacités
2. **Ajustement** d'aides auditives
3. Évaluation des incapacités résiduelles
4. Entraînement auditif sur les incapacités résiduelles
5. Évaluation des progrès

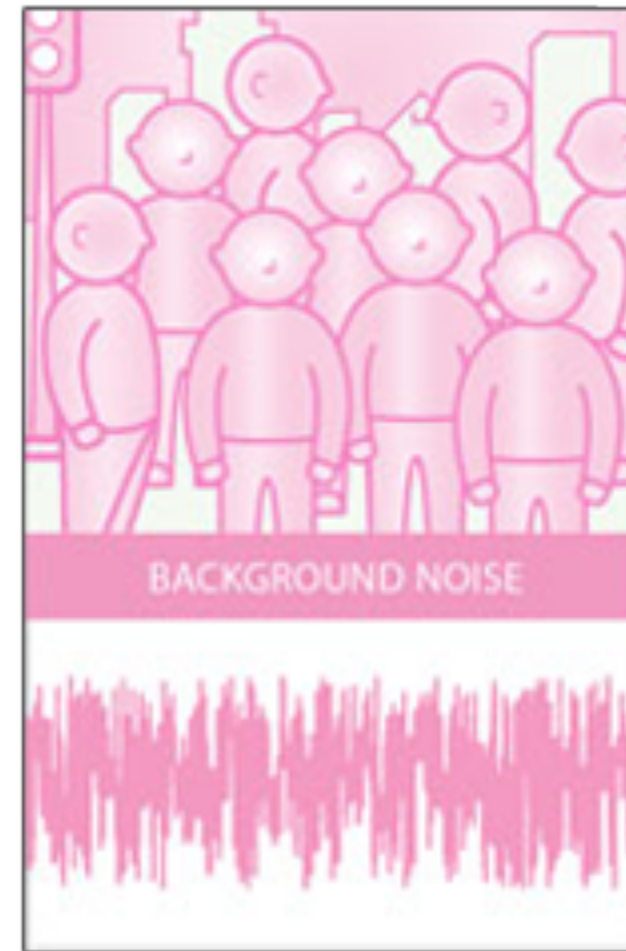




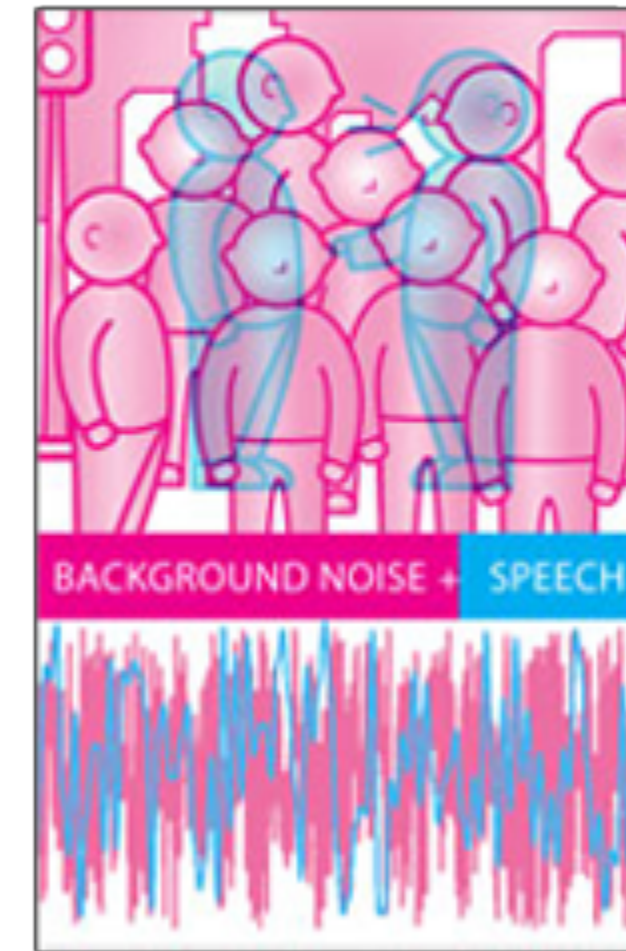
## Digital Signal Processing



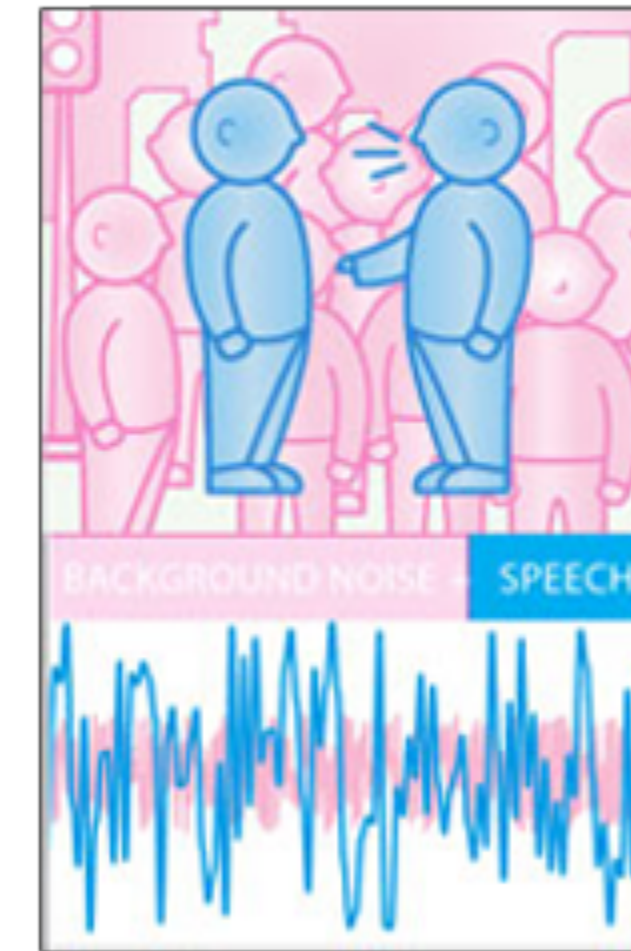
+



=



**WITHOUT Noise Reduction**



**WITH Noise Reduction**



# Applications cliniques

1. Évaluation des incapacités
2. Ajustement d'aides auditives
3. Évaluation des incapacités résiduelles
4. **Entraînement auditif** sur les incapacités résiduelles
5. Évaluation des progrès







# Projets à développer en SST

- Créer une large banque d'environnements industriels
- Valider le réalisme de ces environnements industriels
- Normer les capacités de reconnaissance de la parole dans ces environnements industriels
- Évaluer les capacités de reconnaissance de la parole de travailleurs ayant une surdité dans leur environnement sonore
- Valider la plus grande efficacité de l'ajustement d'aides auditives, lorsque réalisé dans l'environnement sonore du travailleur malentendant
- Valider la plus grande efficacité de la réadaptation auditive, lorsque réalisée dans l'environnement sonore du travailleur malentendant

# Merci de votre attention

[www.immersion360.ca](http://www.immersion360.ca)



UNIVERSITÉ  
**LAVAL**

Faculté de médecine