



Étude de la transmission sonore à travers les protecteurs auditifs & application d'une méthode pour évaluer leur efficacité effective en milieu de travail

■
Hugues NÉLISSE, Franck SGARD, Jérôme BOUTIN

IRSST

Marc-André GAUDREAU, Frédéric LAVILLE, Jérémie VOIX

École de Technologie Supérieure

Plan de la présentation

1. Mise en contexte
2. Objectifs
3. Partie 1: Mesures terrains
4. Partie 2: Étude exploratoire sur la modélisation
5. Valorisation scientifique
6. Valorisation vers les milieux

Mise en contexte (I)

Atténuations fournies par manufacturiers → mesures contrôlées en laboratoire

Exemple: Bouchons mousse



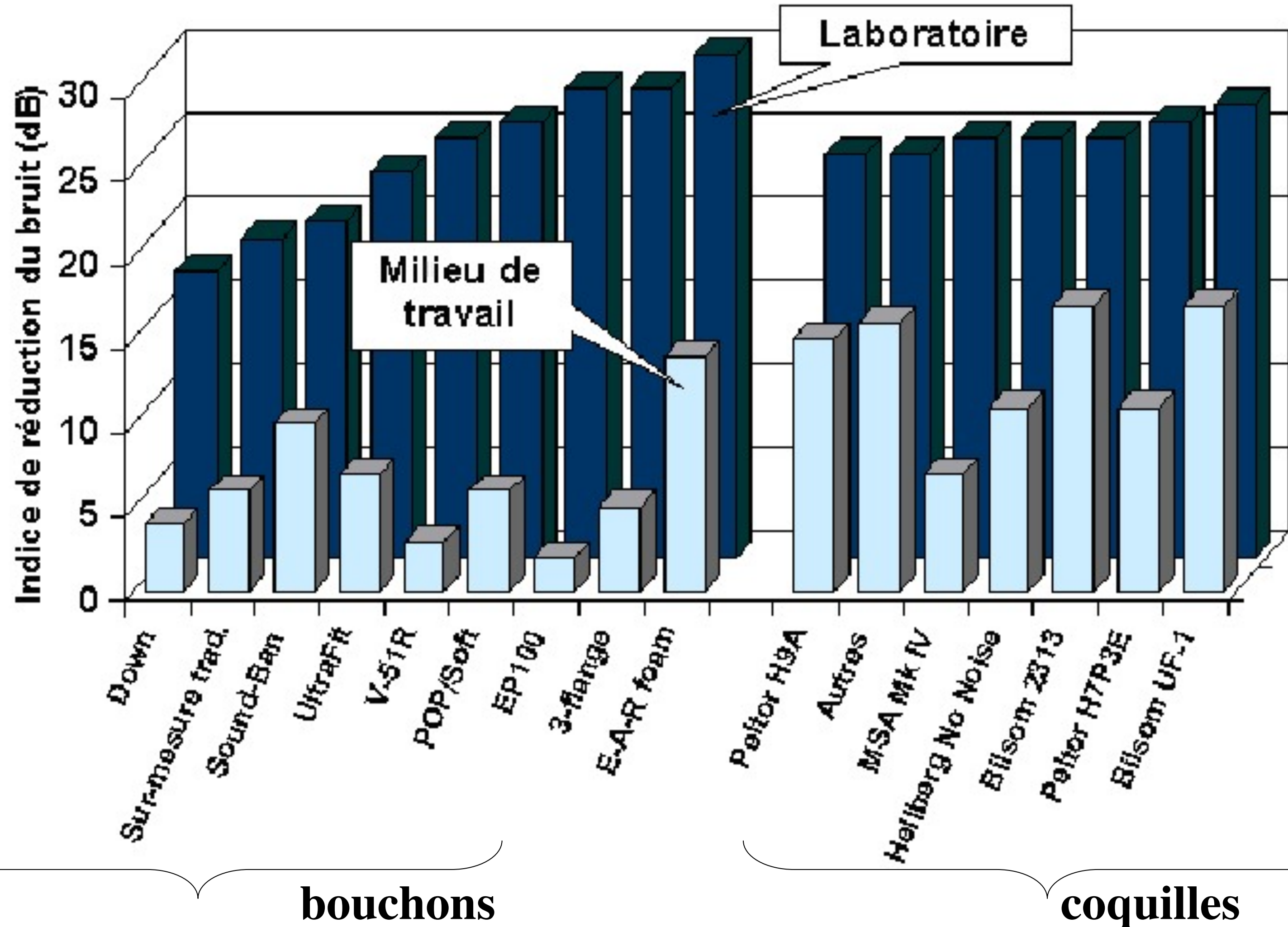
PRODUCT	NRR	CSA CLASS CODE	ANSI S3.19 TEST DATA	OCTAVE BAND ATTENUATION DATA (dB)								
				125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000
E•A•R Classic Soft™	31	AL	Mean	35.7	41.5	46.2	42.4	37.7	42.5	44.7	47.2	46.4
			Standard Deviation	7.4	8.5	6.2	5.3	2.4	3.7	3.5	5.4	4.5

Mise en contexte (II)

Laboratoire vs Terrain

(Berger, E.H, et coll., 1994)

NRR



Mise en contexte (III)

Facteurs affectant la performance...

- ❑ Port intermittent
- ❑ Étanchéité
- ❑ Mouvements et chocs
- ❑ Manque de confort (particulièrement coquilles)
- ❑ Manque de formation (sélection, ajustements, entretien, ...)
- ❑ Motivation
- ❑ Morphologie
- ❑ Cheveux, poils, lunettes, casques, etc...
- ❑ Usure, détérioration, manque d'entretien
- ❑ Facteurs environnementaux: chaleur, humidité, agresseurs chimiques, etc.
- ❑ etc.

Mise en contexte (IV)

Des questions demeurent...

- ❑ Protection en temps réel?
- ❑ Méthodologie et système de mesure simple et robuste efficaces en milieu de travail?
- ❑ Variation dans le temps de la protection durant un quart de travail?
- ❑ Comparaisons entre protection mesurée & valeurs « laboratoire » ?
- ❑ Paramètres affectant la performance? Quantification?
- ❑ Modélisation des protecteurs?

Objectifs

- Développer une méthode de mesure de l'atténuation effective **simple & robuste** ne modifiant pas les habitudes de travail
- Appliquer la méthode en milieu de travail pour:
 - Différents environnements de travail
 - Différents travailleurs
 - Coquilles et bouchons
- Évaluer le potentiel des éléments finis pour la modélisation des protecteurs (coquilles & bouchons)

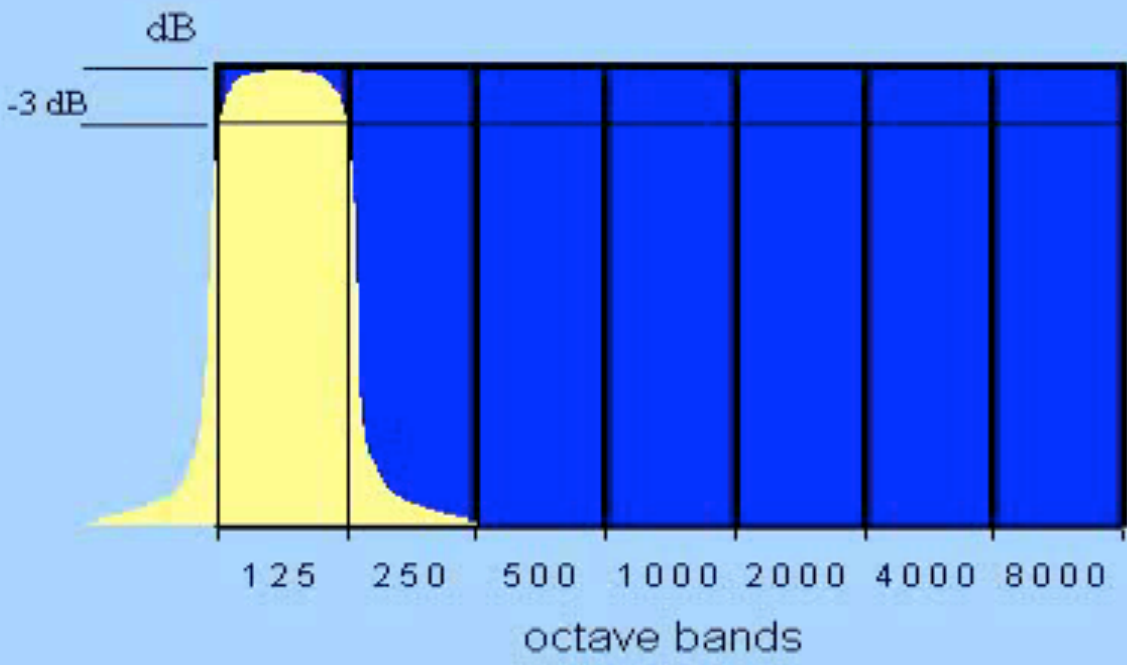
Partie 1

Partie 2

Aparté.....

Petit complément d'acoustique ...

Moving Acoustics, Chalmers Vibroacoustic Group




The graph displays a series of octave bands on a logarithmic scale. The y-axis is labeled 'dB' with a '-3 dB' marker. The x-axis is labeled 'octave bands' with values 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, and 8000. A yellow shaded area covers the 125 Hz band, and a blue shaded area covers the remaining bands from 250 Hz to 8000 Hz. A horizontal line is drawn at the -3 dB level, which is constant across all bands.

Octave bands
125 Hz 89-112 Hz
250 Hz 176-354 Hz
500 Hz 354-707 Hz
1 kHz 707-1414 Hz
2 kHz 1414-2828 Hz
4 kHz 2828-5656 Hz
8 kHz 5656-11313 Hz

Comments
Questions
Return

My Screen Recorder Trial Version
Please Purchase

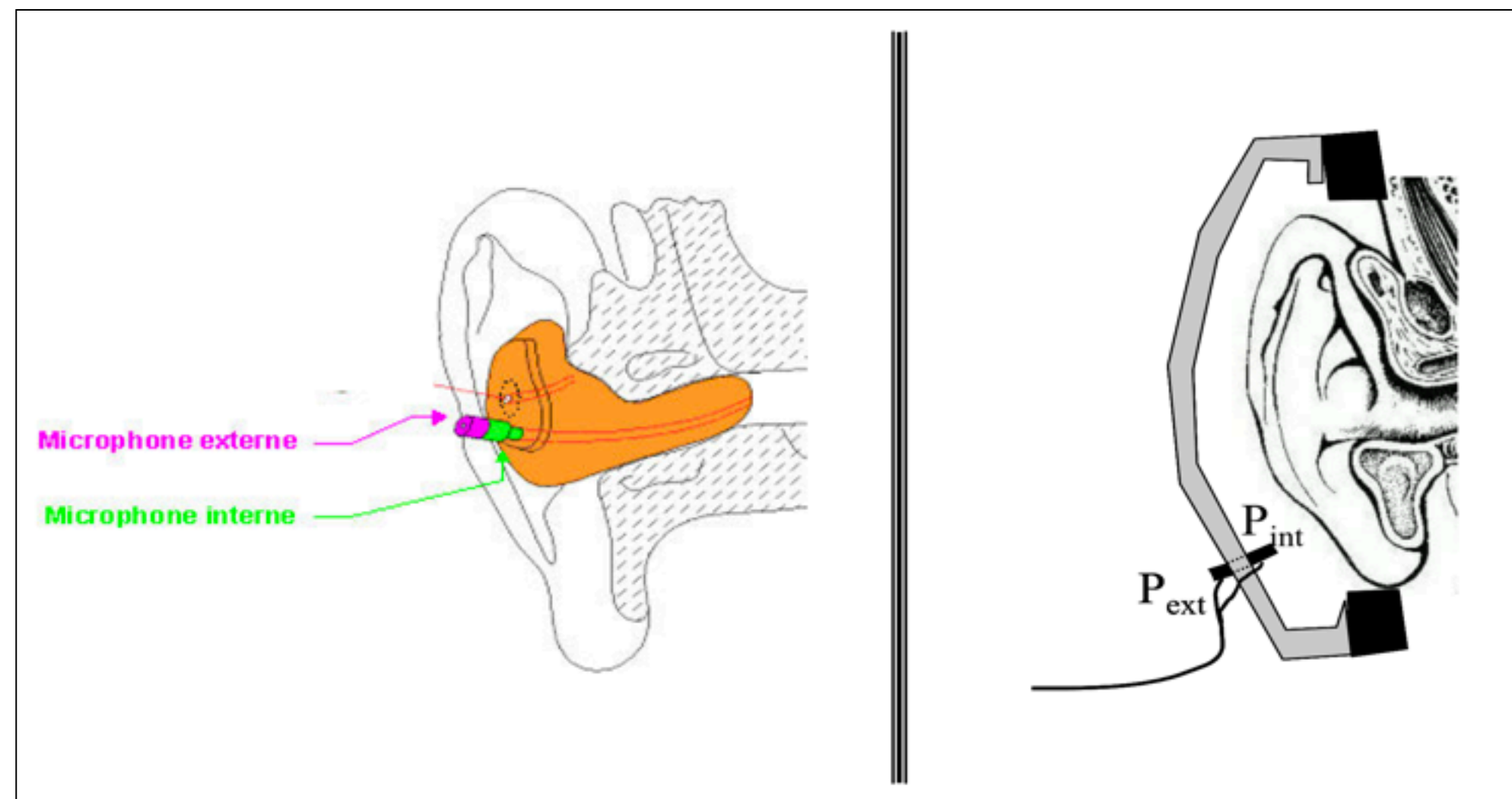
www.irsst.qc.ca



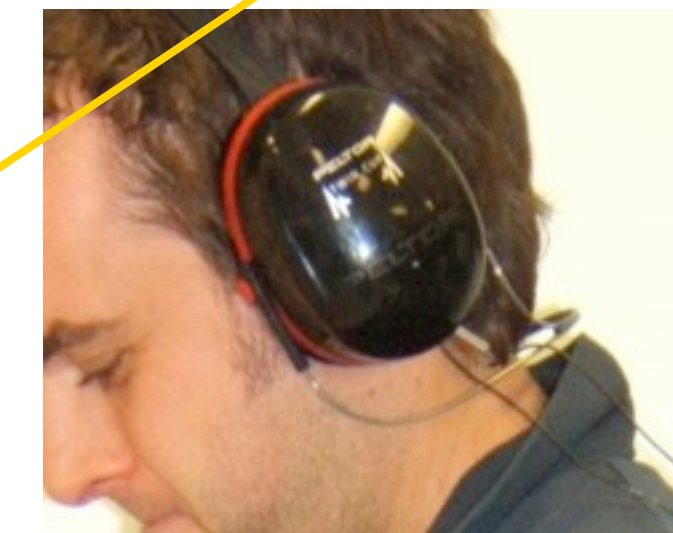
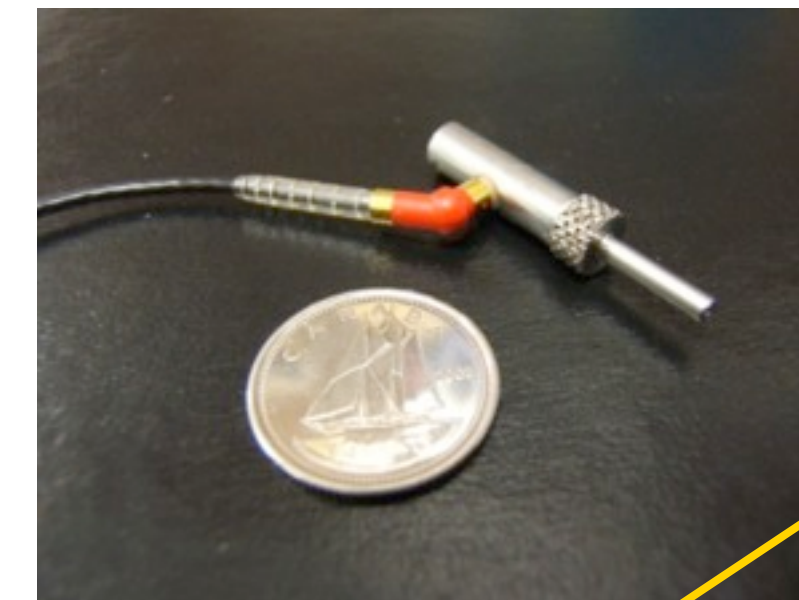
Partie 1: Méthodologie

Principe de la mesure

F-MIRE (Field-Microphone In the Real Ear)



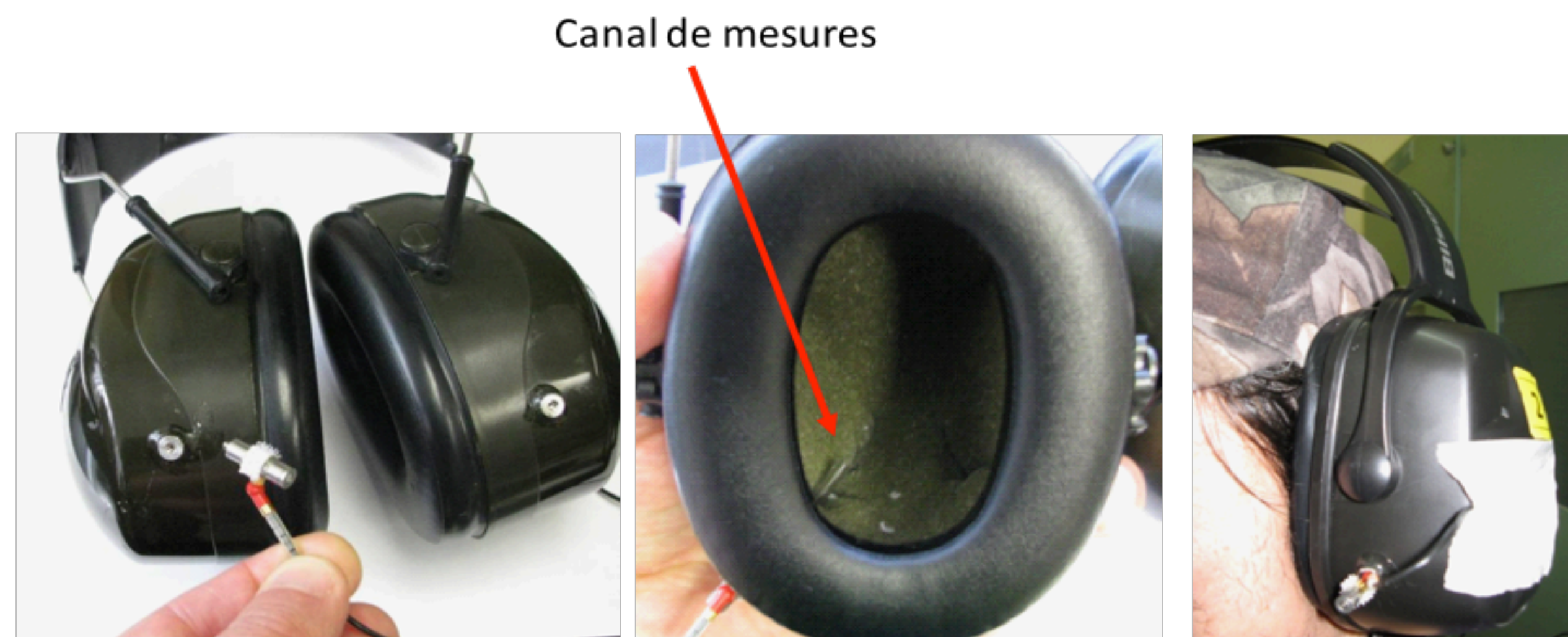
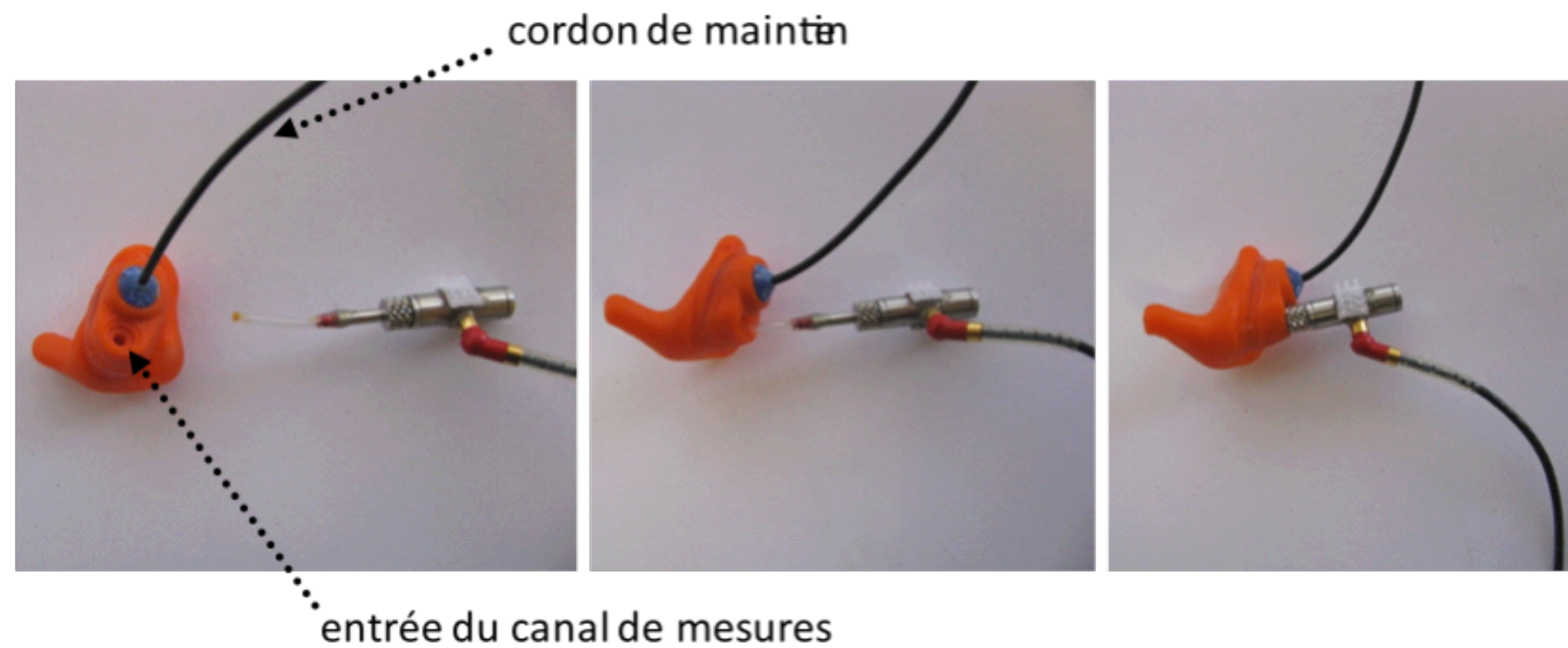
microphones miniatures



Mesures simultanées des signaux protégés & non-protégés

CERR – Novembre 2010

Partie 1: Méthodologie (II)



Partie 1: Méthodologie (III)



Partie 1: Méthodologie (IV)



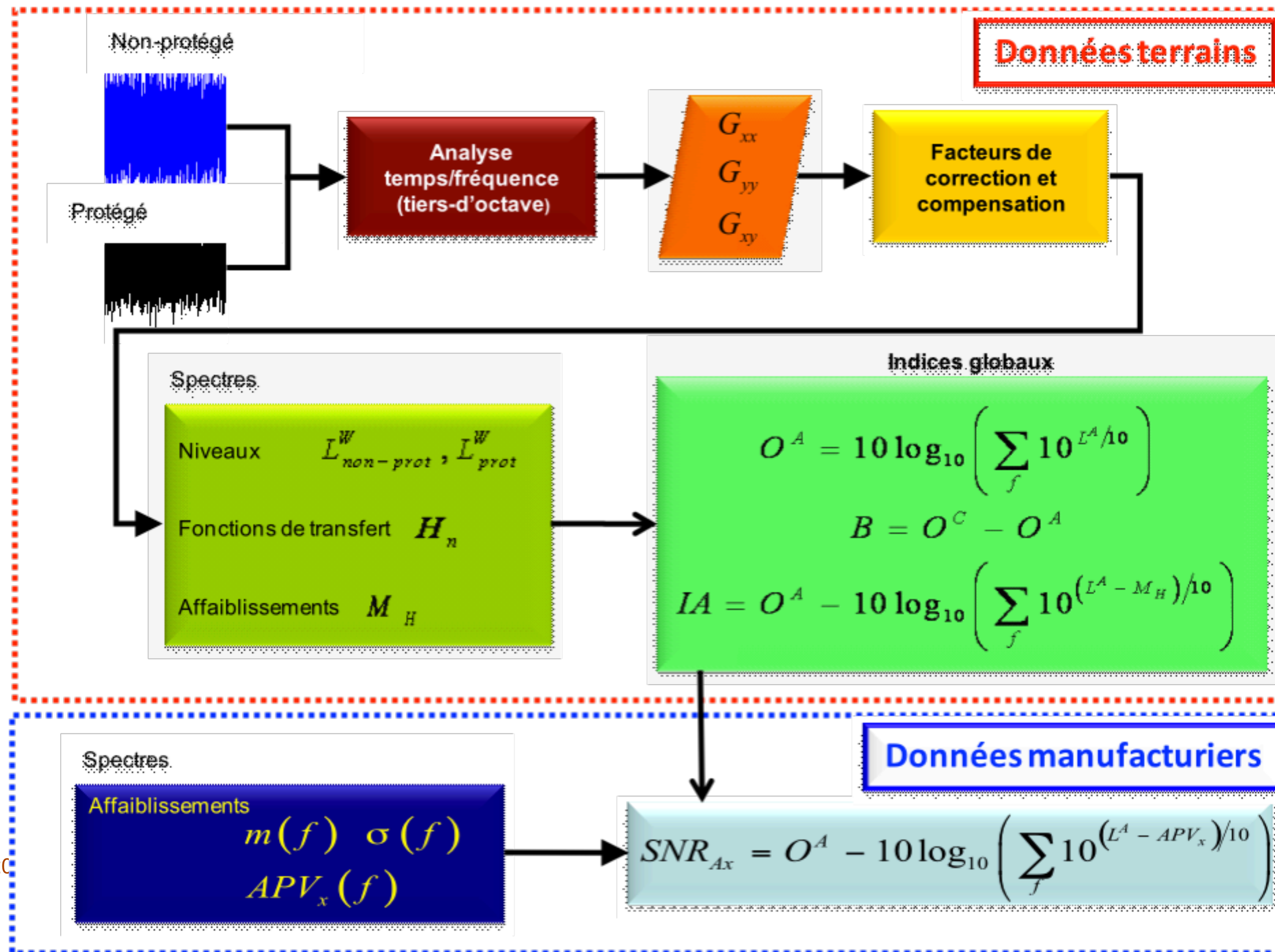
CERR – Novembre 2010



Partie 1: Méthodologie (V)

#	Type d'entreprise	# de travailleurs testés	Type de protecteur	Marque	Durée approximative des mesures par travailleur
1	Transformation alimentaire	2	Bouchons moulés	Sonomax	8 heures
2	Pétrochimie	2	Bouchons moulés	Sonomax	8 heures
3	Fabrication de rebrous	2	Serre-têtes	Oris Mustang EM-4155	3 heures
4	Transformation de l'aluminium	3	Bouchons moulés	Sonomax	8 heures
5	Assemblage de produits motorisés	3	Bouchons moulés	Sonomax	8 heures
6	Transformation du bois	3	Serre-têtes	Peltor H7A	9 heures
7	Aéronautique	3	Serre-têtes	Peltor H7A	9 heures
8	Production d'électricité – groupe électrogène	6	Serre-têtes	Bilsom Thunder T3 & T3H	30 min.

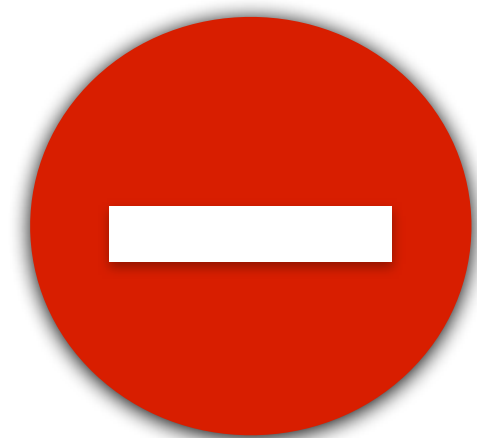
Partie 1: Méthodologie (VI)



Partie 1: Méthodologie (VII)



- ❑ Bien adapté aux mesures terrain variées
- ❑ Enregistrement en continu pendant 8 heures (ou plus)
- ❑ Ne modifie pas les habitudes des travailleurs
- ❑ Deux oreilles simultanément
- ❑ Analyse **temporelle & fréquentielle**



- ❑ Demande une modification des protecteurs
- ❑ Pas (encore) normalisé
- ❑ Position des microphones ?
- ❑ Mesure du micro protégé n'est pas au tympan
- ❑ Ne tient pas compte de la conduction osseuse

Partie 1: Méthodologie (VII)

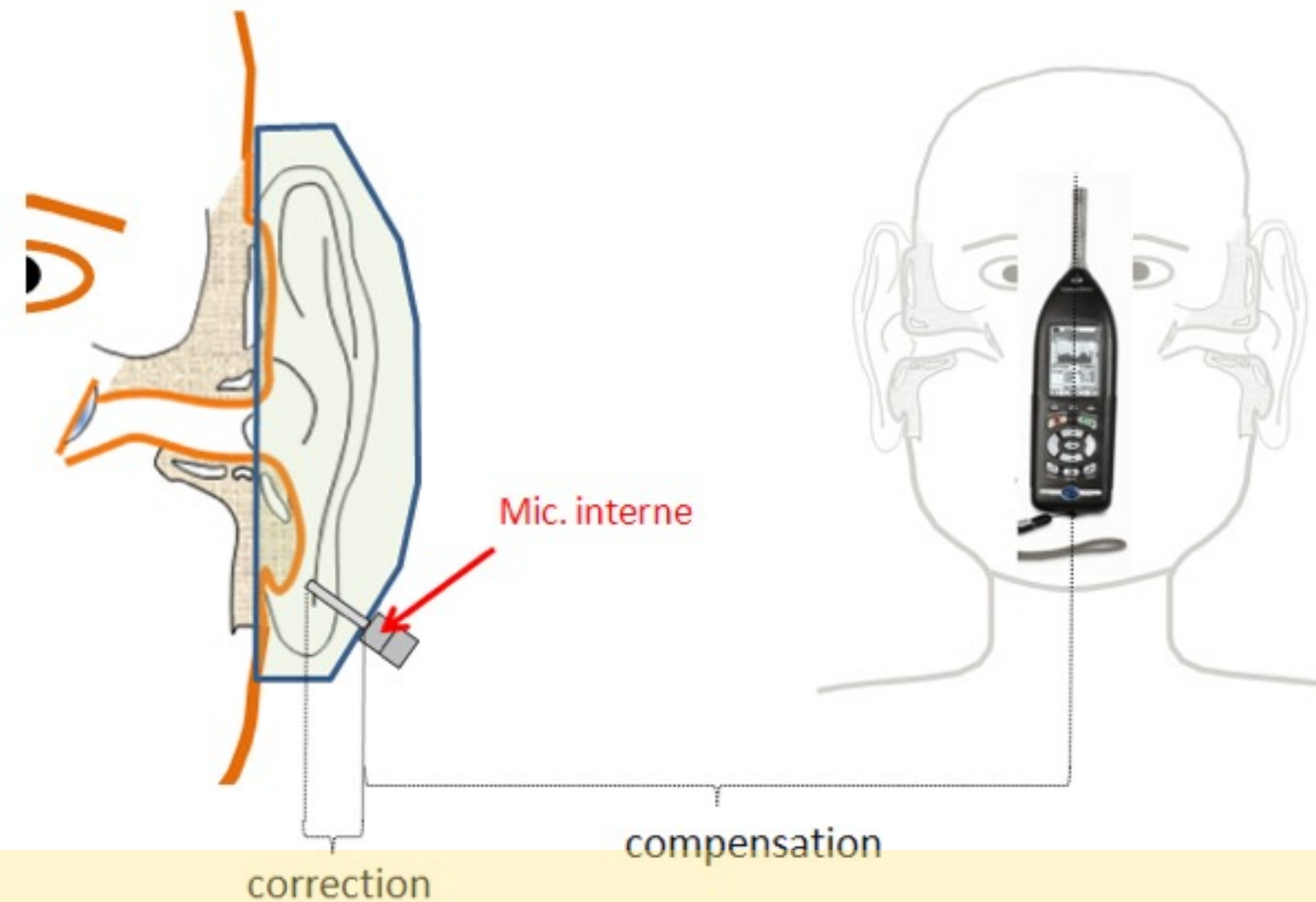
Microphone interne

Sous le protecteur & pas au tympan



Mesures sous protecteur

Mesures sonométriques



Recherche en cours

Passage de la mesure sous protecteur à l'équivalent
champ libre pas encore bien connu

Partie 1: Résultats

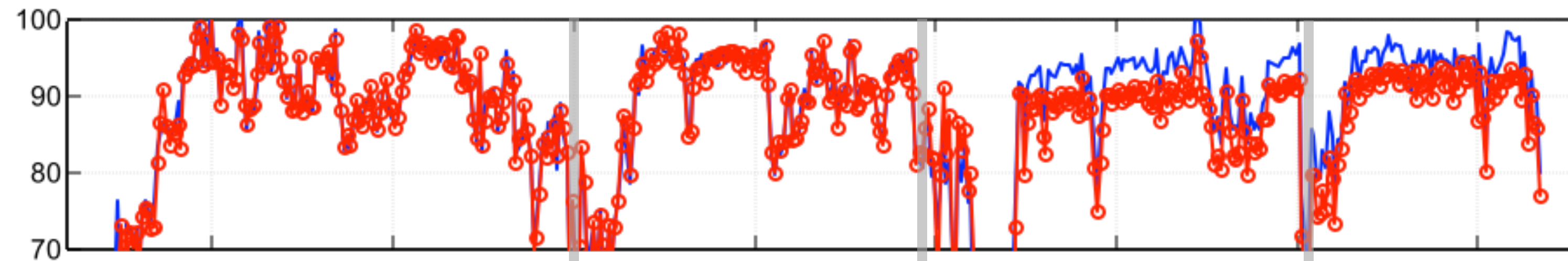
Exemples de résultats

- Cas 1: Usine #5
 - Travailleur #3 / bouchons

- Cas 2 : Usine #6
 - (a) Travailleur #1 / serre-tête
 - (b) Travailleur #3 / même modèle de serre-tête

- Cas 3: Usine #8
 - (a): Travailleur #1 / serre-tête / lunettes
 - (b): Travailleur #2 / même modèle de serre-tête / lunettes

Cas 1 – données temporelles



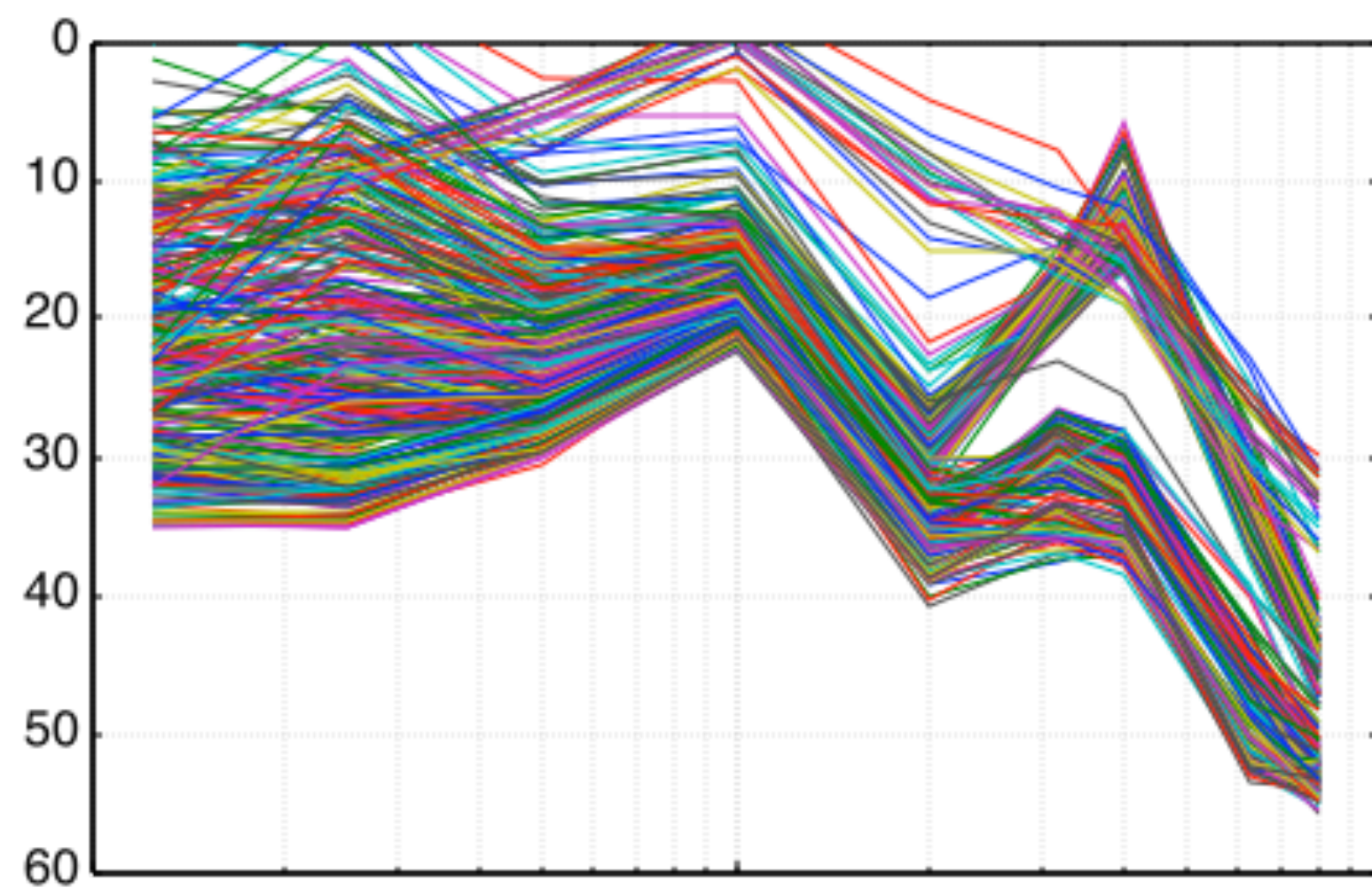
Pas de 1 min.

CERR – Novembre 2010

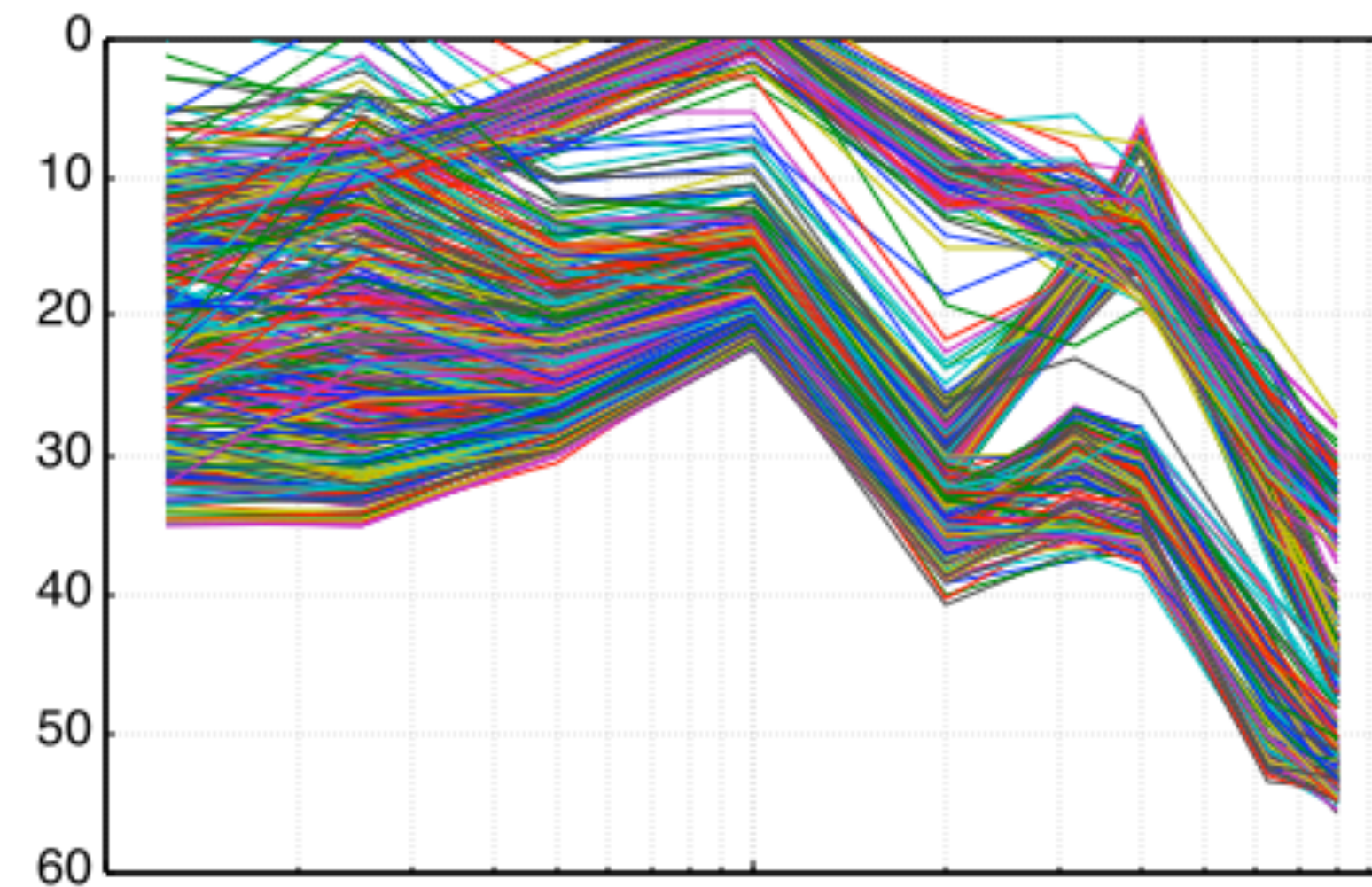


Cas 1 – réponse fréquentielle

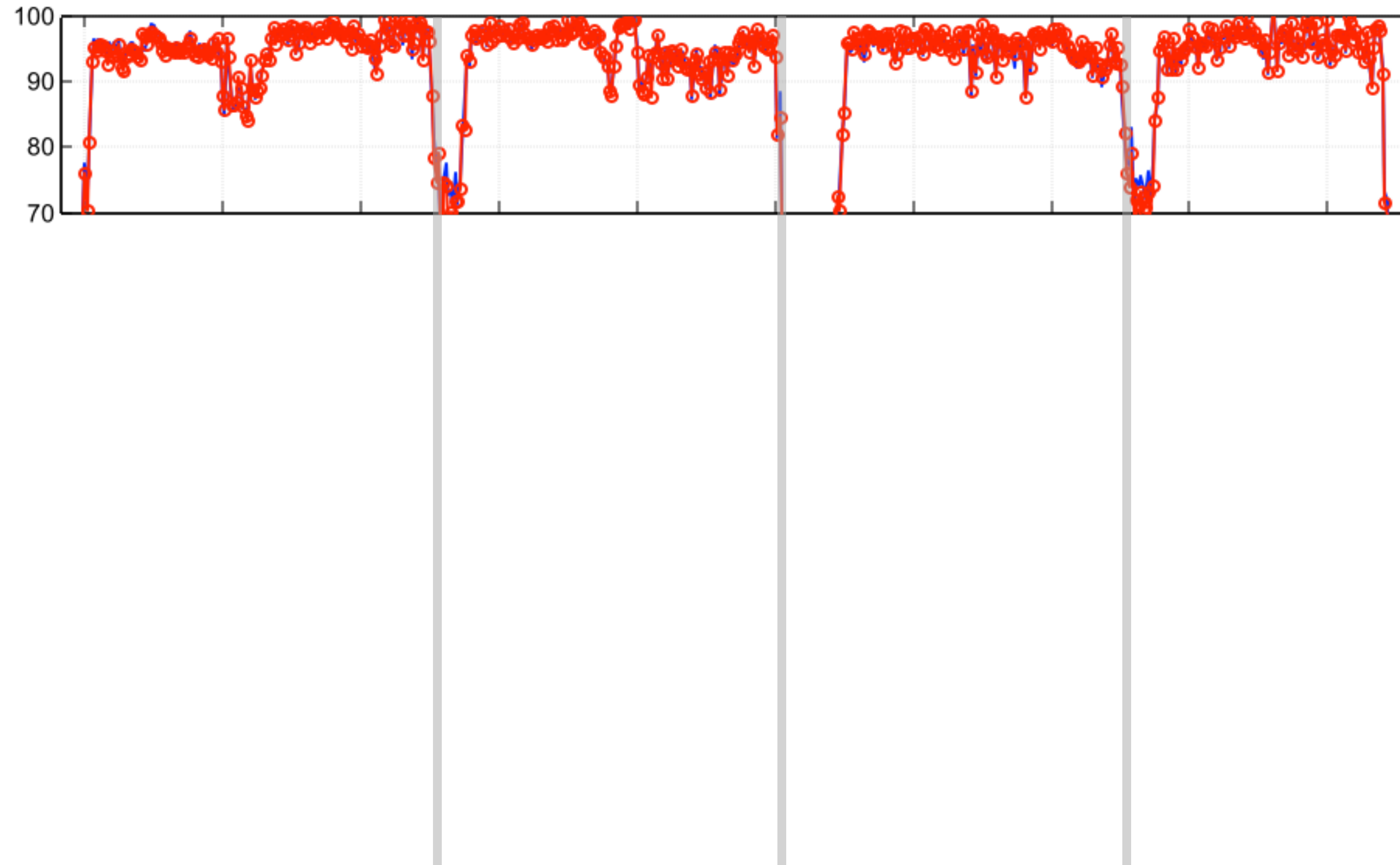
LEFT



RIGHT



Cas 2a – données temporelles



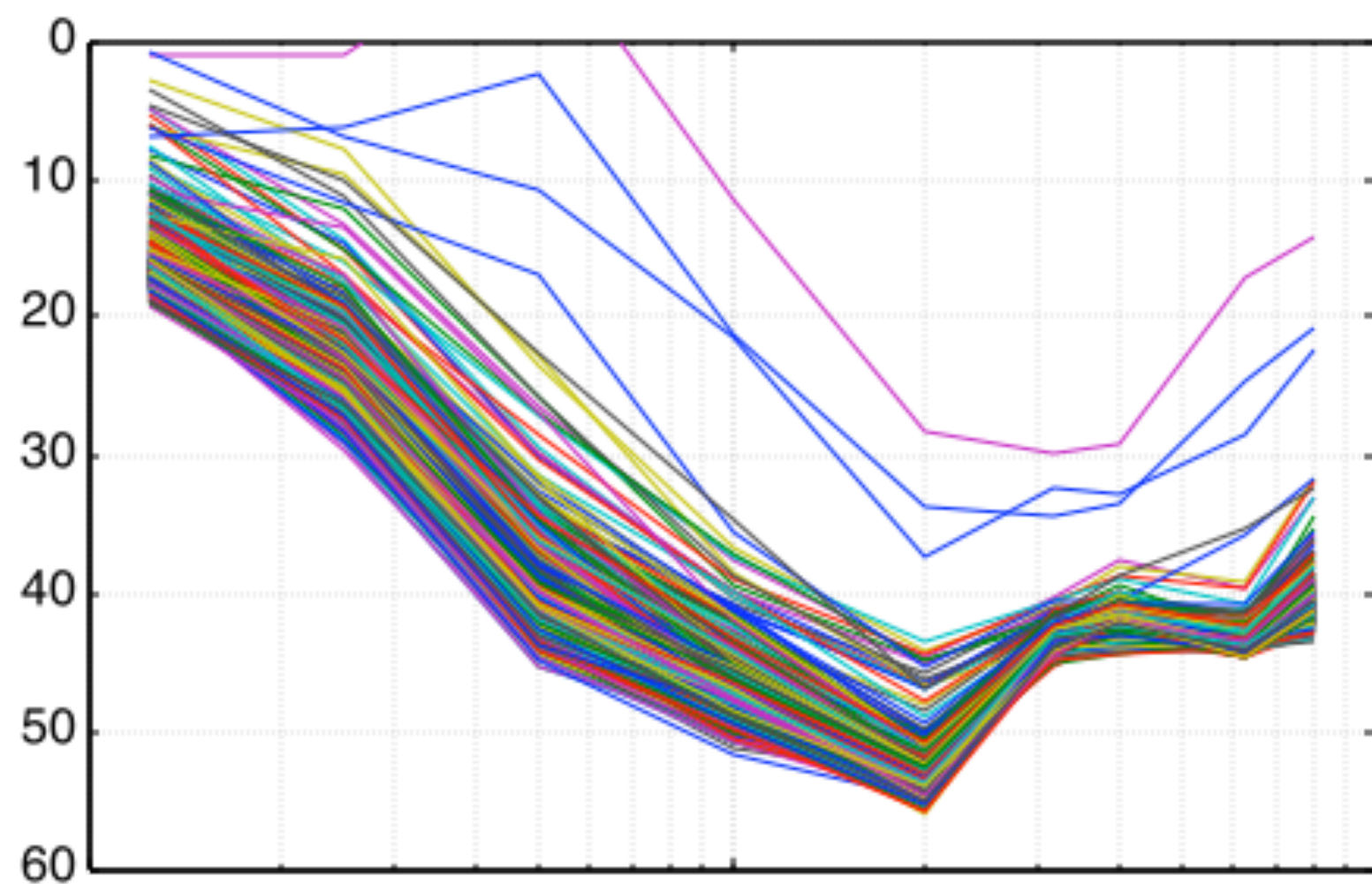
Pas de 1min.

CERR – Novembre 2010

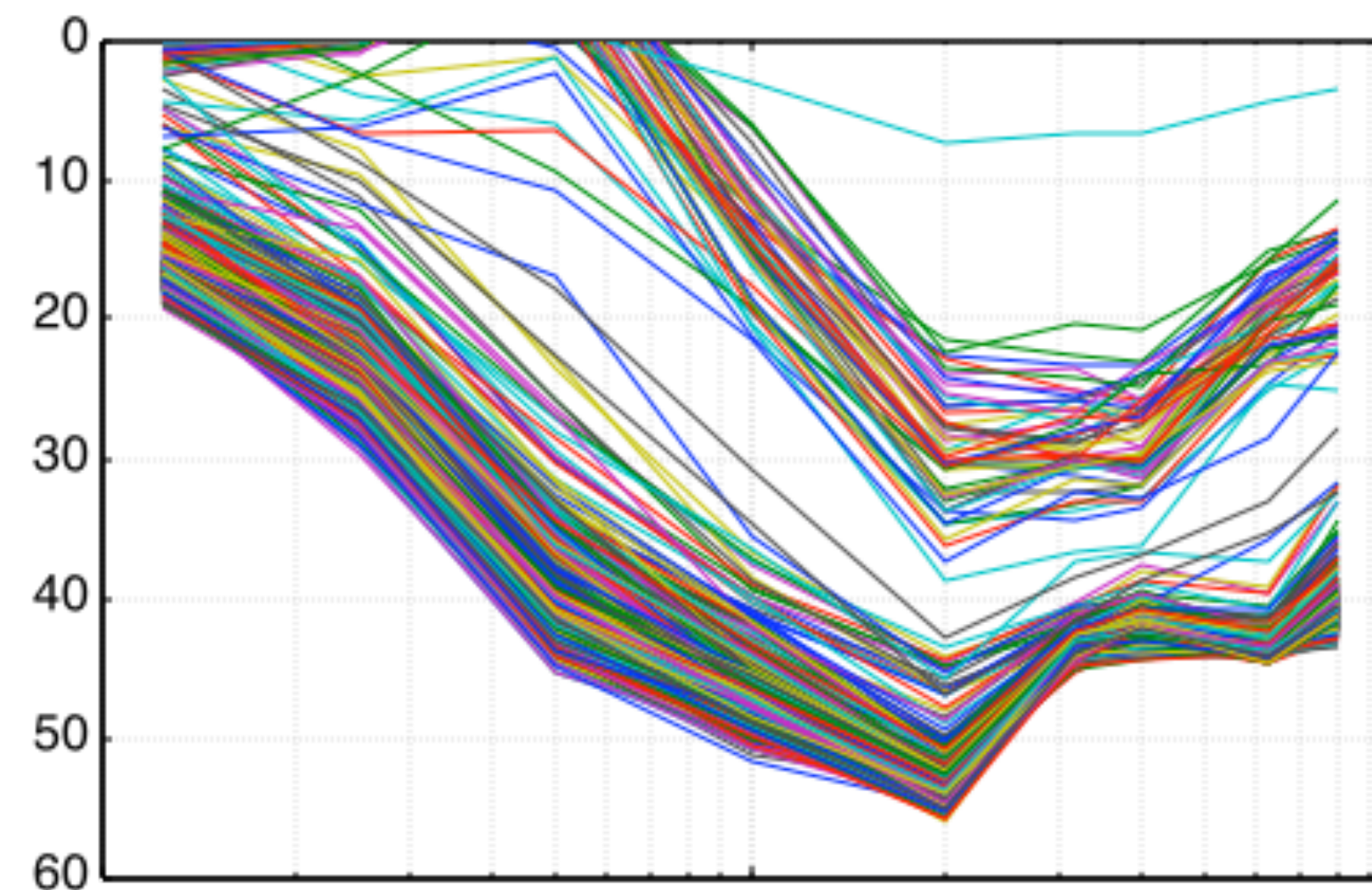


Cas 2a – réponse fréquentielle

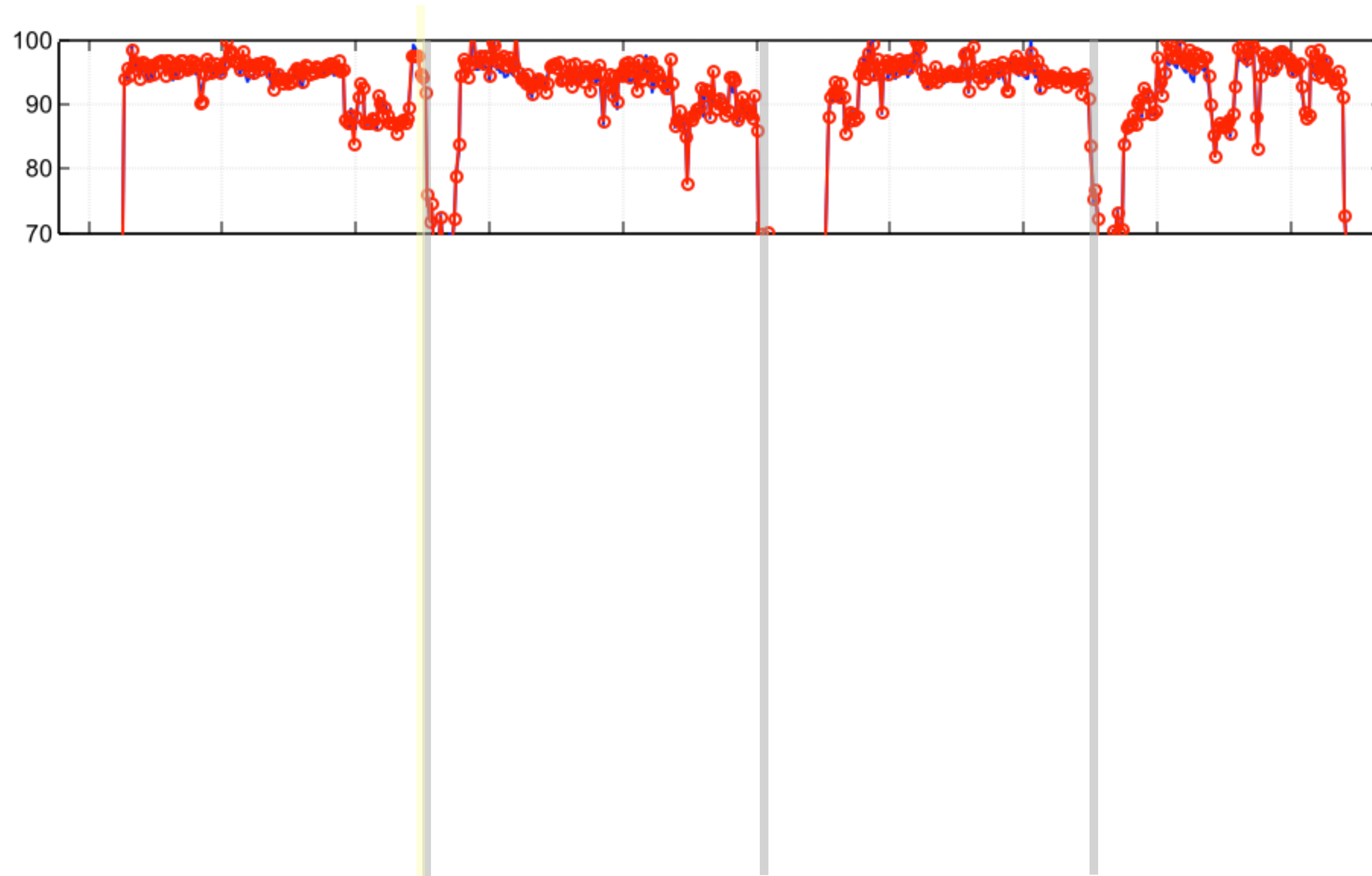
LEFT



RIGHT



Cas 2b – données temporelles

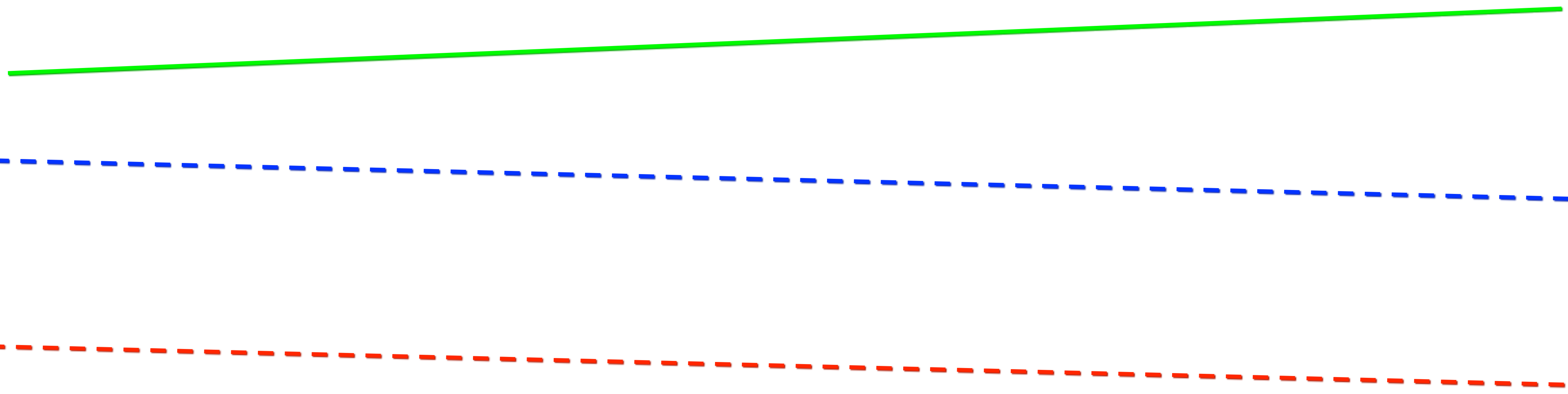
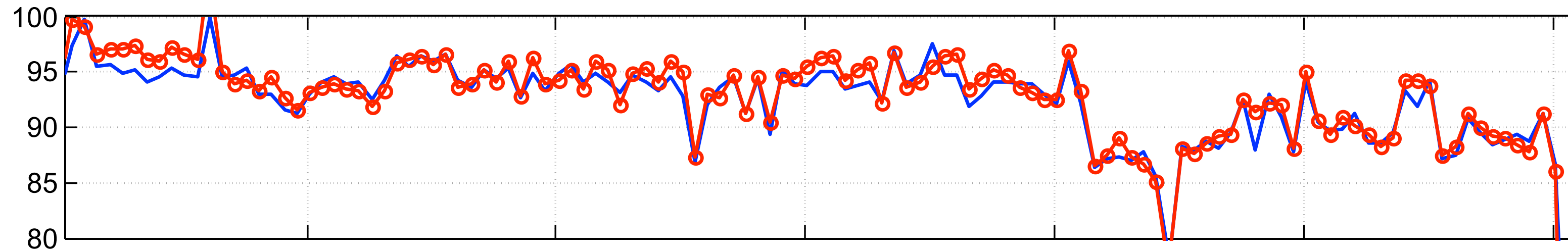


Pas de 1 min.

CERR – Novembre 2010



Cas 2b – Contenu fréquentiel



www.irsst.qc.ca

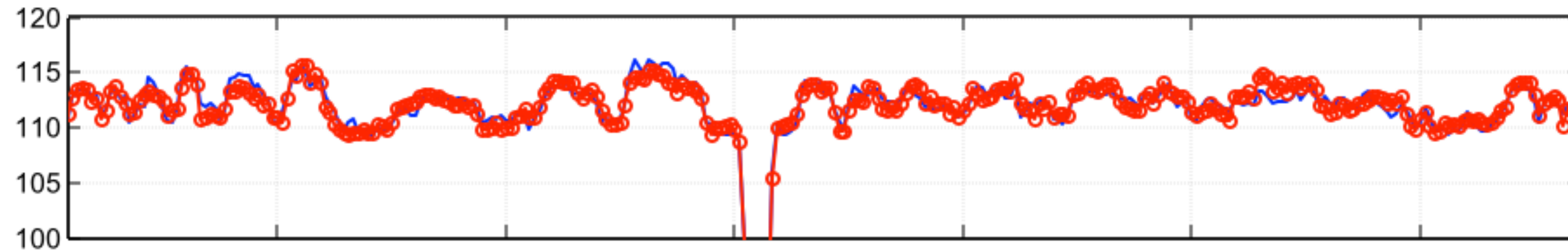
Pas de 1 min.

CERR – Novembre 2010

— Left —○— Right  NRS values



Cas 3a – effet des lunettes



Lunettes enlevées

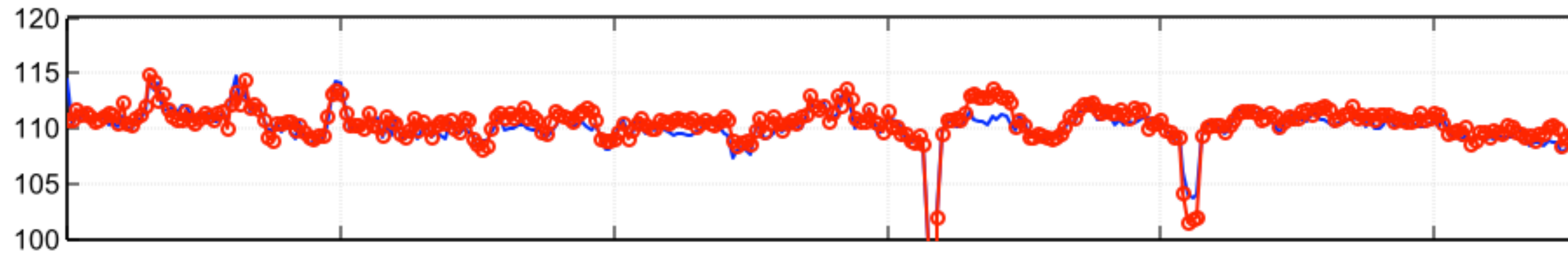
Pas de 5 sec.

CERR – Novembre 2010

— Left —○— Right  NRS values



Cas 3b – effet des lunettes



Lunettes enlevées

Pas de 5 sec.

CERR – Novembre 2010

— Left —○— Right  NRS values



Partie 1: Conclusion

- ❑ Beaucoup de variations dans les atténuations
- ❑ Différences gauche/droite pour un même individu
- ❑ Différences entre les individus pour un même modèle
- ❑ Variations en fonction du temps
- ❑ Moins de variations pour les serre-tête vs bouchons
- ❑ Atténuations “terrain” plus faibles que “laboratoire” (en particulier pour les bandes de fréquences de 125-250-500 Hz)
- ❑ Très difficile de généraliser à un ensemble de travailleur
- ❑ Politique de déclassement (derating) ??
- ❑ Importance d’avoir des indicateurs de performance personnalisés
- ❑ Importance de bien connaître le champ acoustique ambiant (contenu fréquentiel)

Partie 1: À suivre...

- ❑ Meilleure compréhension des facteurs de corrections et de compensation (en particulier pour les serre-tête)
 - ❑ TF (mic interne → tympan)
 - ❑ TF (tympan → “champ libre”)
 - ❑ Effets de la position des microphones
- ❑ “Groupe” versus “individuel”
- ❑ Applications à d’autres types de protecteurs (bouchons de mousse, protecteurs avec systèmes de communication ou contrôle actif, etc...)
- ❑ Taille d’échantillon plus grand
- ❑ Traitement de signal avancé sur les données (e.g. détection automatique de la parole, détection de phénomènes dans le temps, etc.)