
Interfaces Cerveau-Ventilateur pour l'assistance respiratoire

M. Chavez

&

T. Similowski, M. Raux

***Service de Pneumologie, Médecine Intensive et Réanimation,
Département d'Anesthésie-Réanimation***



*Société d'encouragement
pour l'industrie nationale*

17 juin 2021



Objectifs des Interfaces Cerveau-Machine

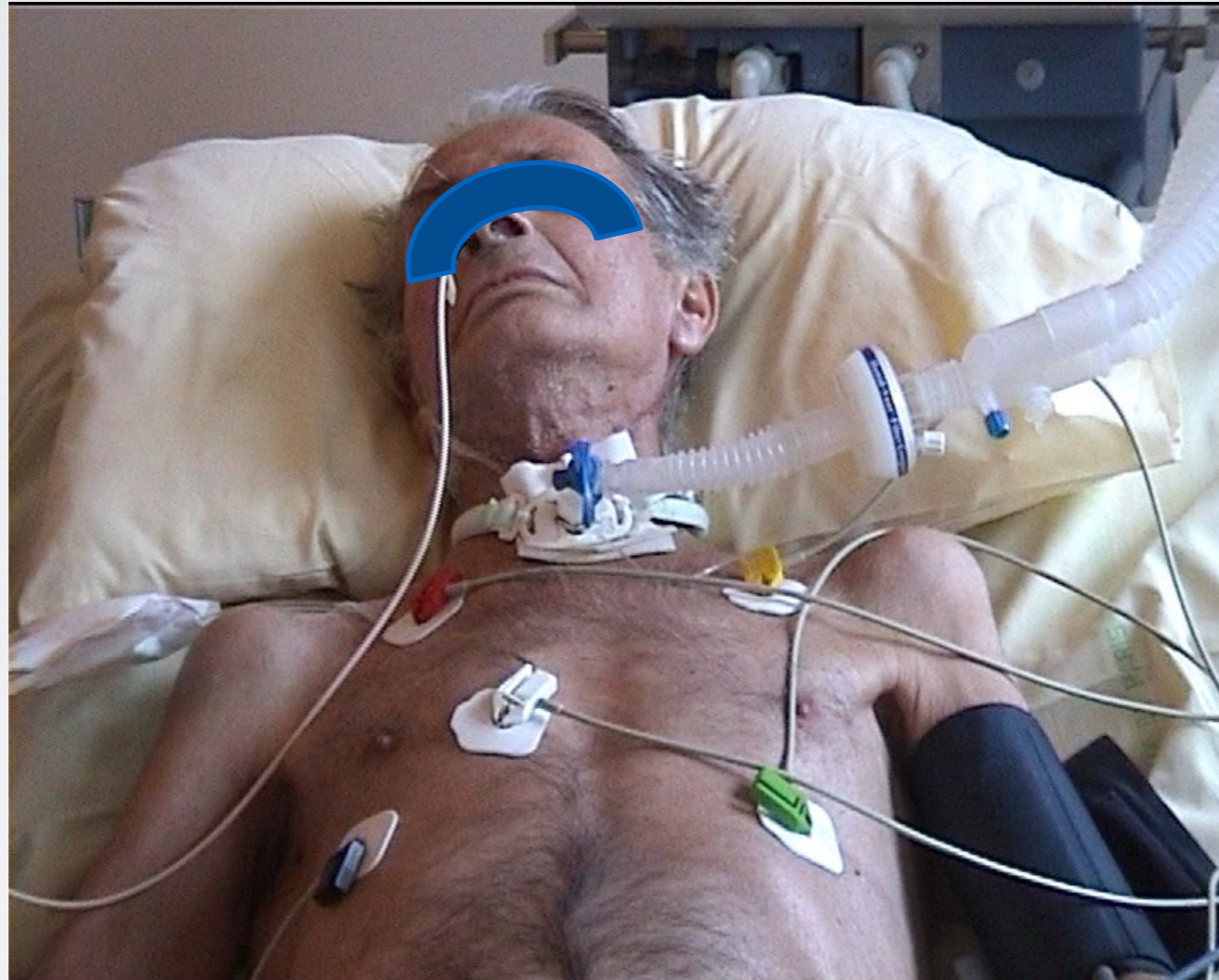


Quelques applications connues

1. Contrôle des exoesquelettes ou des prothèses
2. Epeleur des mots
3. Neurofeedback

D'autres application cliniques moins classiques

L'inconfort respiratoire : un enjeu majeur en ventilation mécanique



Unité clinique

1. Unité INSERM-SU UMRS_S 1158 « Neurophysiologie Respiratoire Expérimentale et Clinique »

D'autres application cliniques moins classiques

L'inconfort respiratoire : un enjeu majeur en ventilation mécanique



Unité clinique

1. Unité INSERM-SU UMRS_S 1158 « Neurophysiologie Respiratoire Expérimentale et Clinique »

Principe neurophysiologique : contrôle de la respiration



***Respiration spontanée
(trunc cérébral)***

Principe neurophysiologique : contrôle de la respiration



*Respiration volontaire
(cortex moteur)*

En ventilation mécanique...

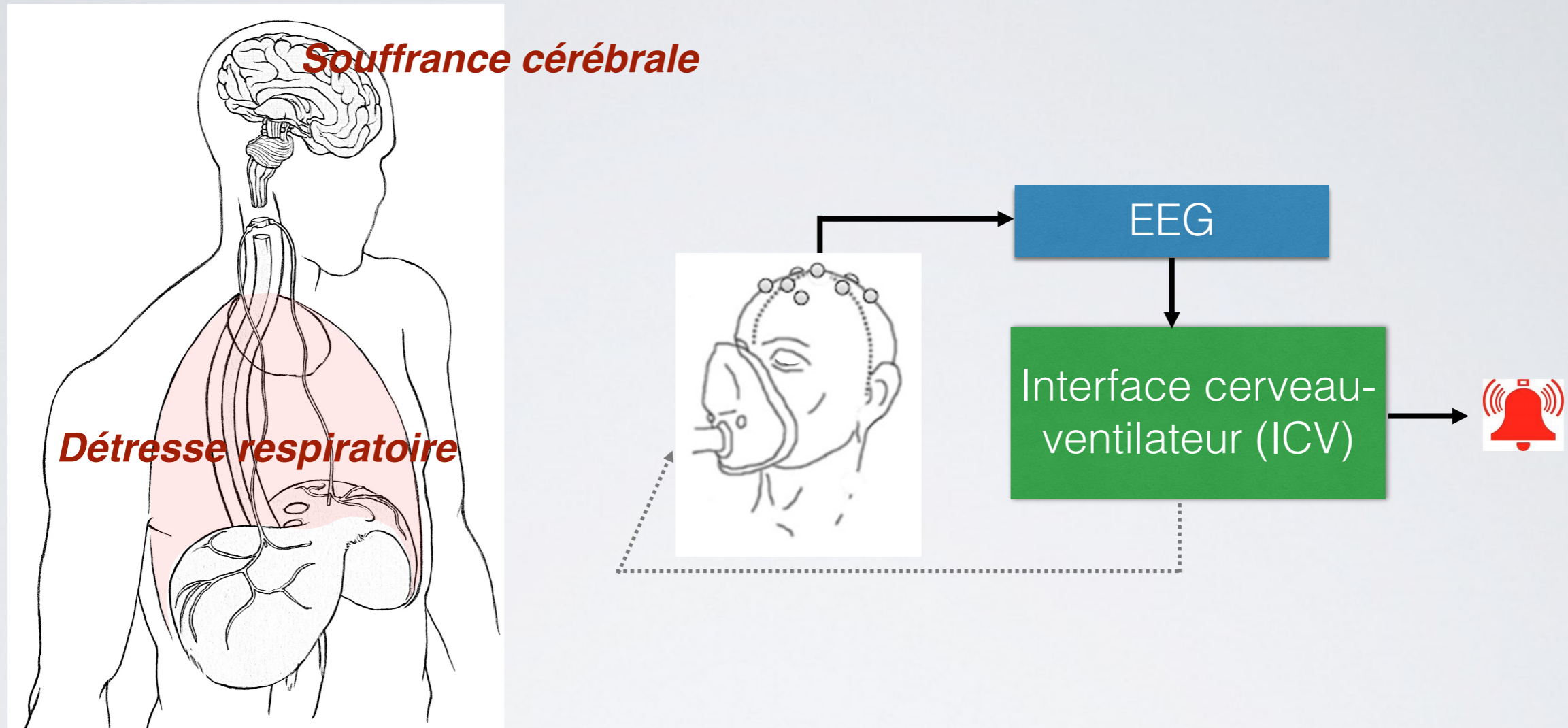
Certaines contraintes respiratoires engagent le cortex moteur :

- Charge inspiratoire propre du patient (détresse respiratoire, dyspnée)
- Dysharmonie patient-ventilateur

[Raux et al, *Anesthesiology* 2007]

[Raux et al, *Respir Physiol Neurobiol.* 2013]

Détecteur d'inconfort respiratoire proposée

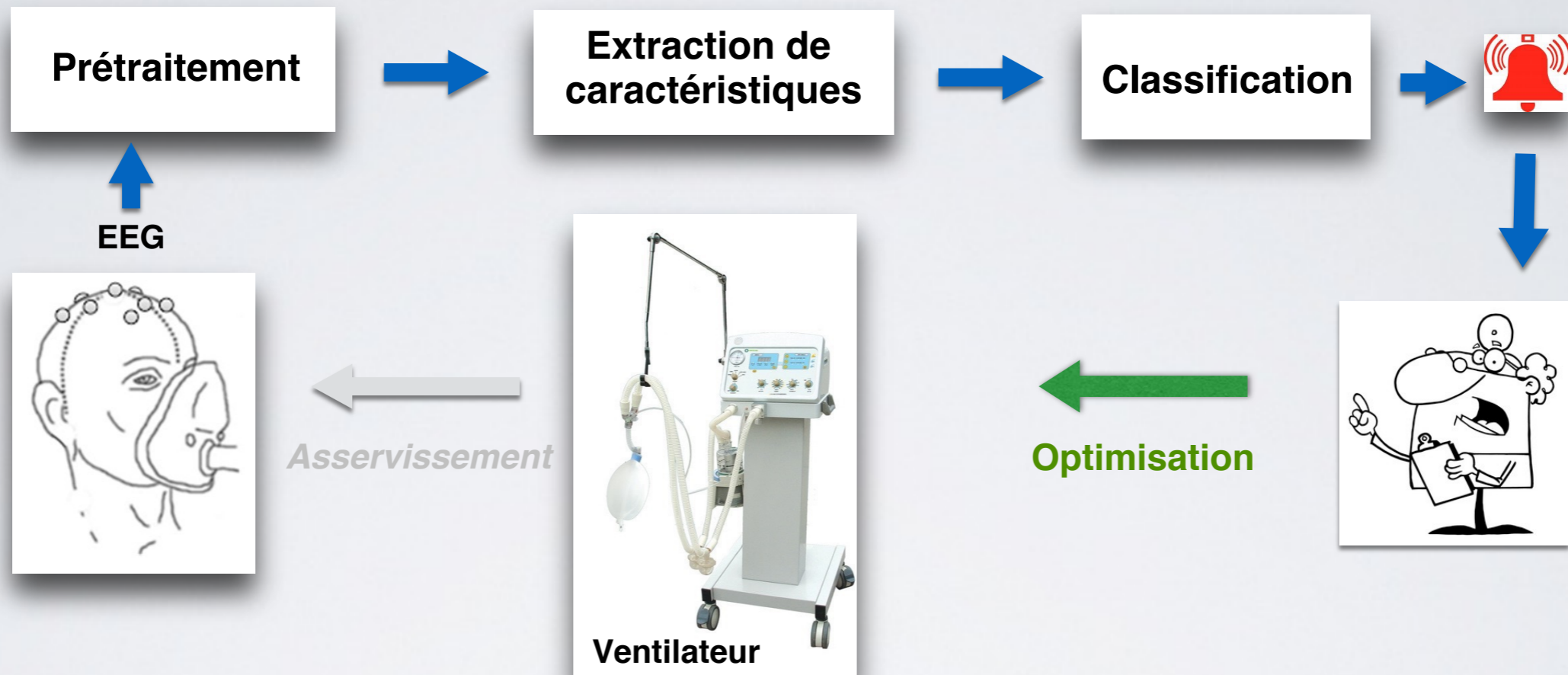


Nouvelle application d'ICM : Interface cerveau-ventilateur

- Non invasive (signaux EEG de surface)
- Monitoring en temps réel
- Si inconfort/détresse détecté : idéalement, optimisation automatique du ventilateur

Interface Cerveau Ventilateur (ICV)

Cadre méthodologique

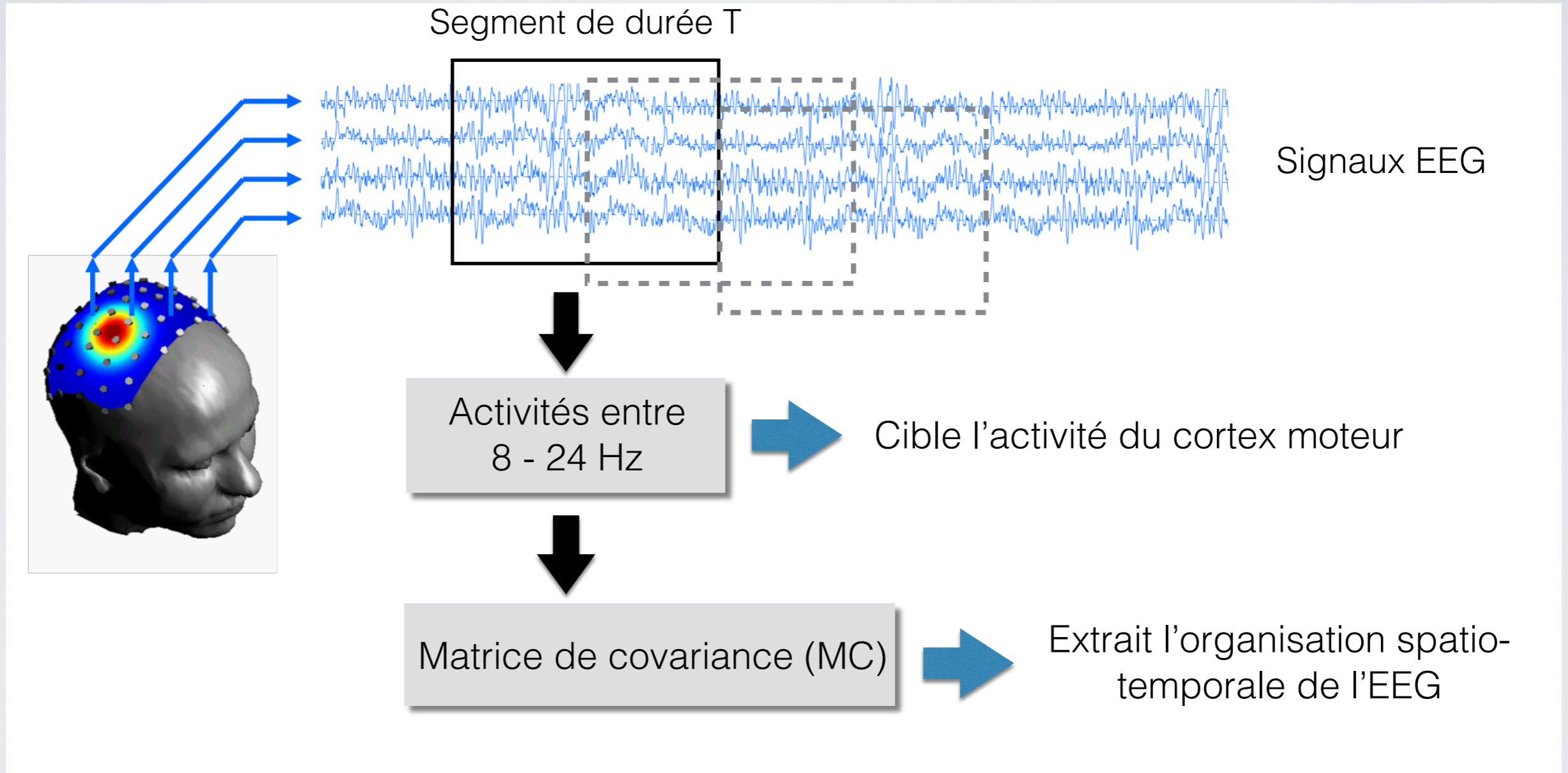


Brevet : T. Similowski, M. Raux, M. Chavez, J. Martinerie, and P. Pouget, "Method for characterising the physiological state of a patient from the analysis of the cerebral electrical activity of said patient, and monitoring device applying said method," WO Patent WO2013164462 (A1)

Extensions: CA2872061, EP2844139, ES2588837, FR1254089, JP2015520627, US20150119745.

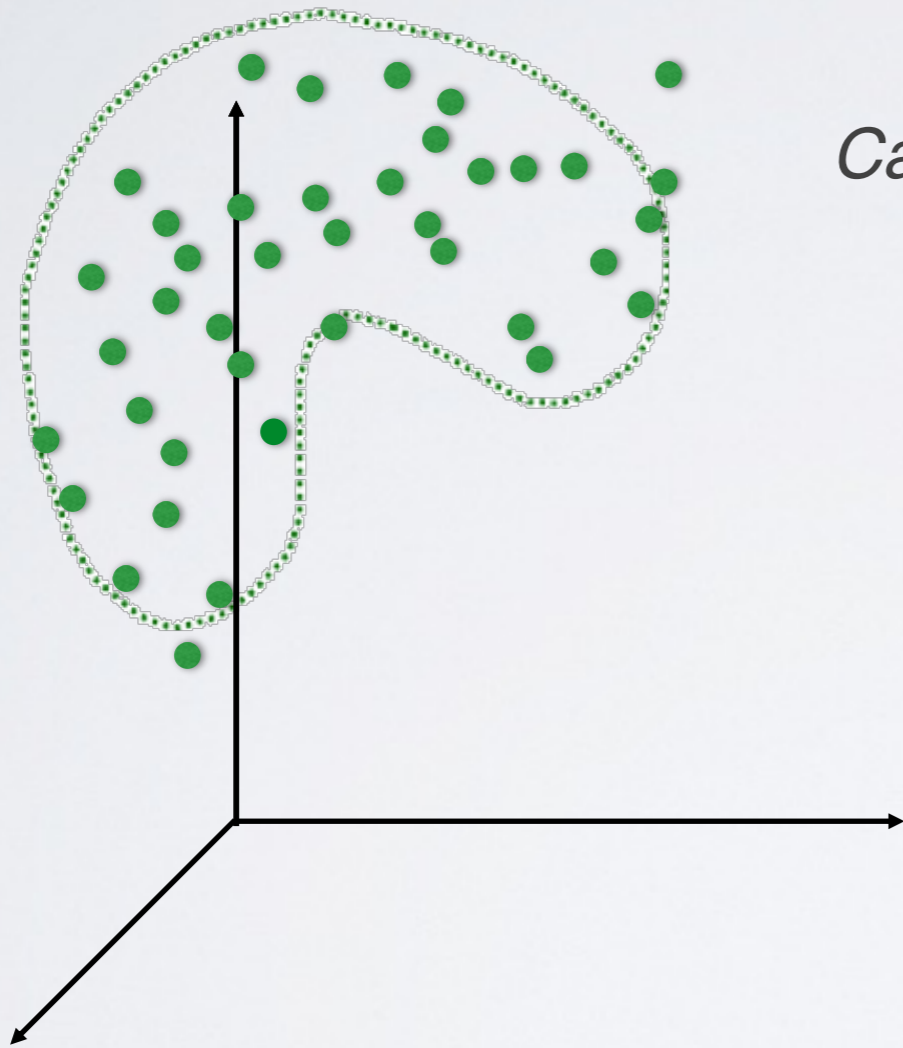
Article technique: X. Navarro, et al. "Riemannian geometry applied to detection of respiratory states from EEG signals: the basis for a brain-ventilator interface". IEEE Trans Biomed Eng. 2017

ICV : extraction des caractéristiques EEG



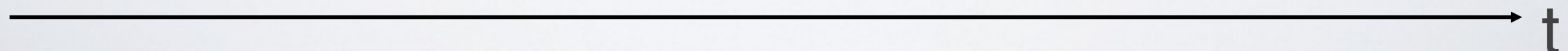
ICV : classification de l'état respiratoire

Détection des états de respiration altérée



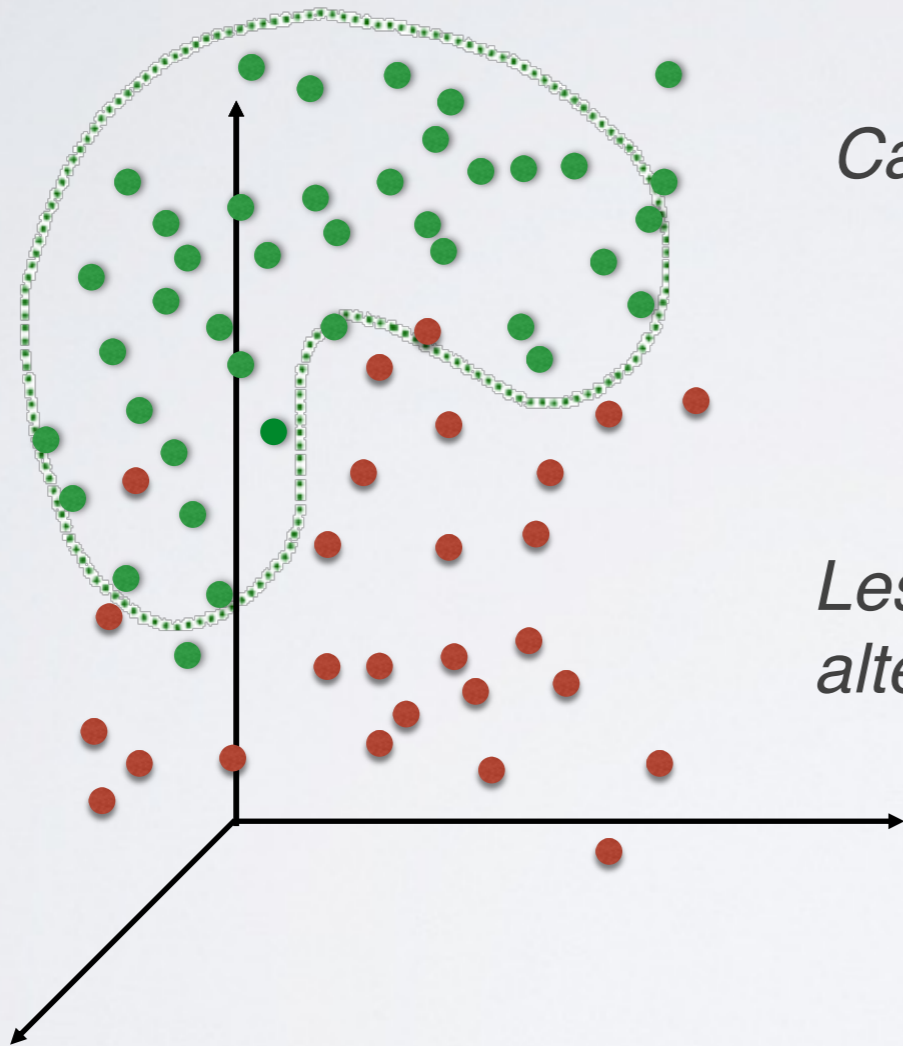
Caractérisation de la respiration normale

Respiration normale



ICV : classification de l'état respiratoire

Détection des états de respiration altérée



Caractérisation de la respiration normale

Les périodes/segments de respiration altérée sont différents de la classe normale

Respiration normale

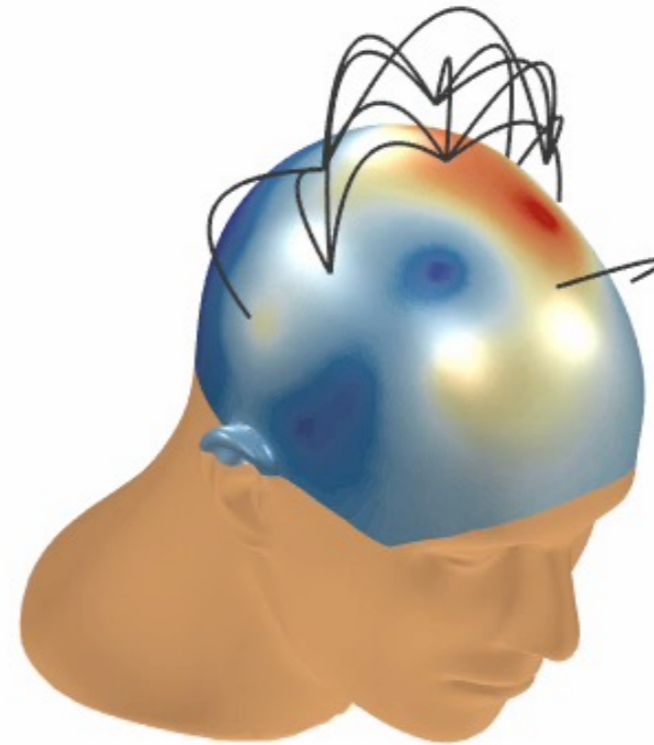
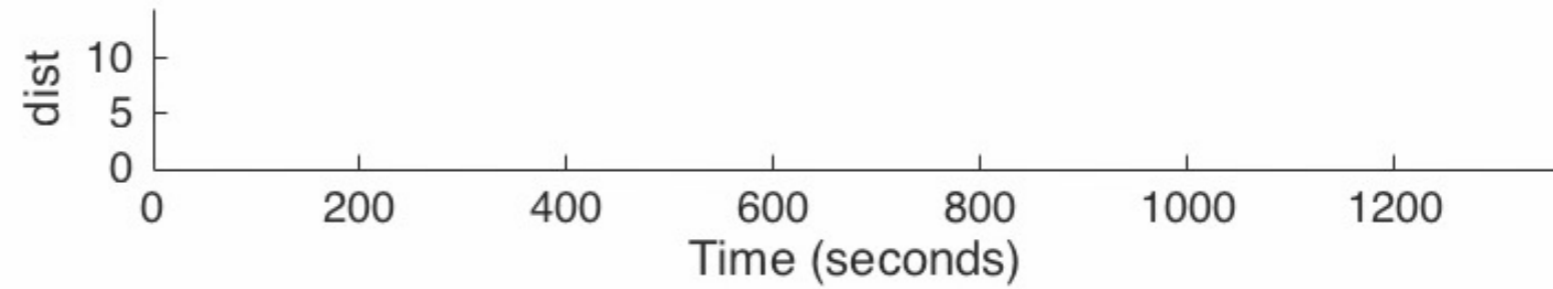
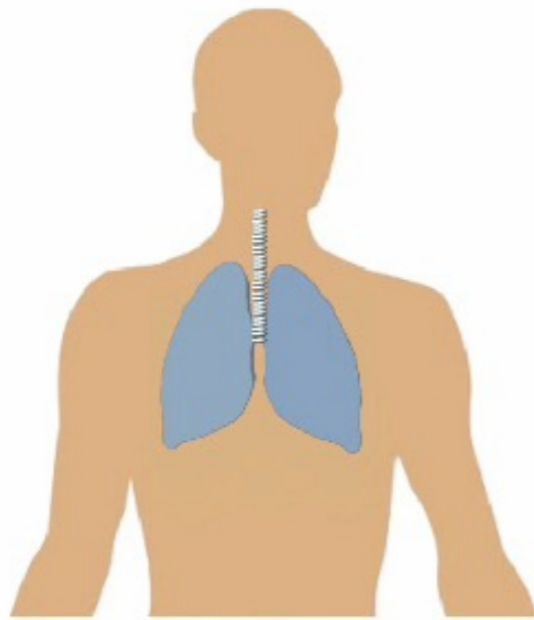
Respiration altérée



Exemple détection de discomfort respiratoire « temps réel »

Distance par rapport à la classe “respiration normale”

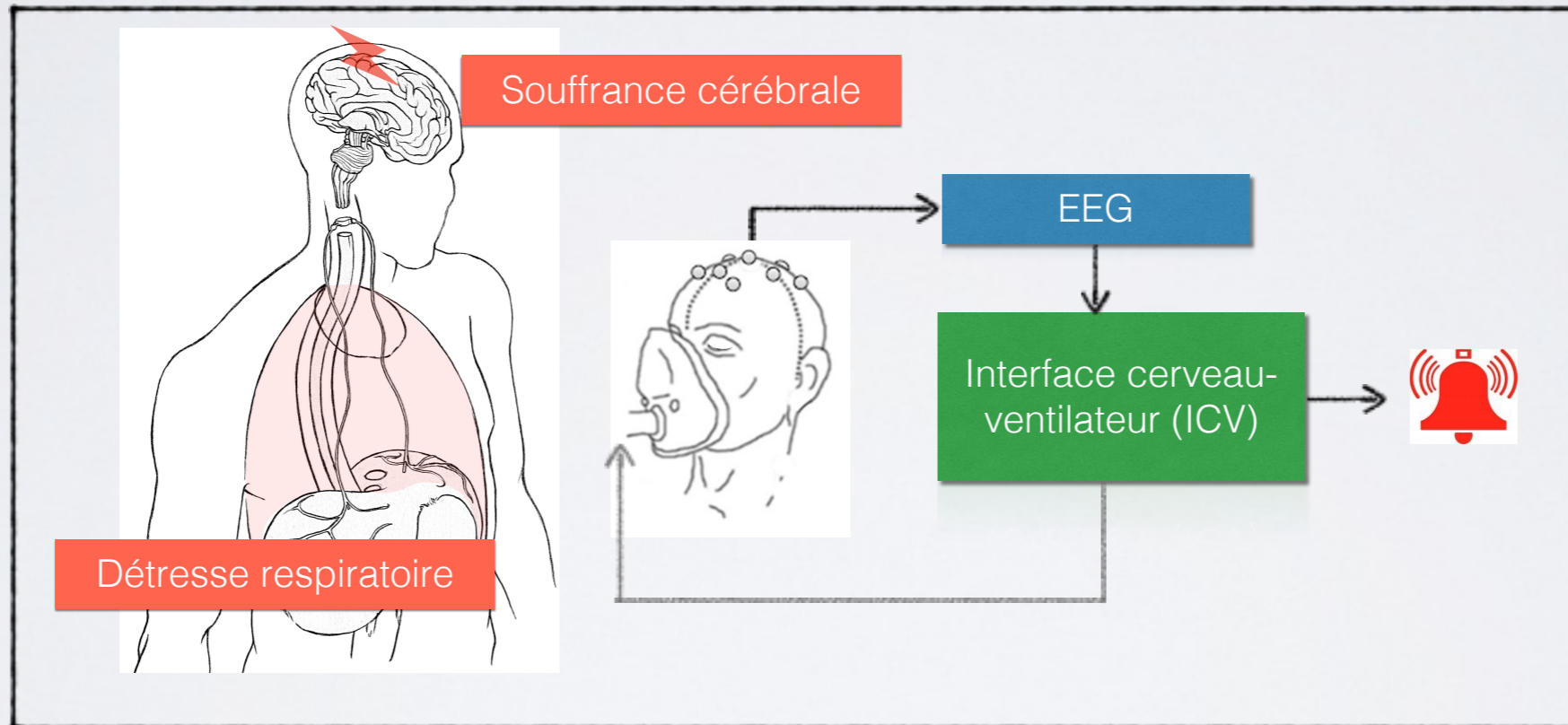
Normal breathing



Du laboratoire au dispositif clinique

Etude chez des patients:

- 12 patients avec dyspnée sous ventilation mécanique
- Détection des patients en détresse respiratoire
- Suivie de l'ajustement *manuel* du respirateur

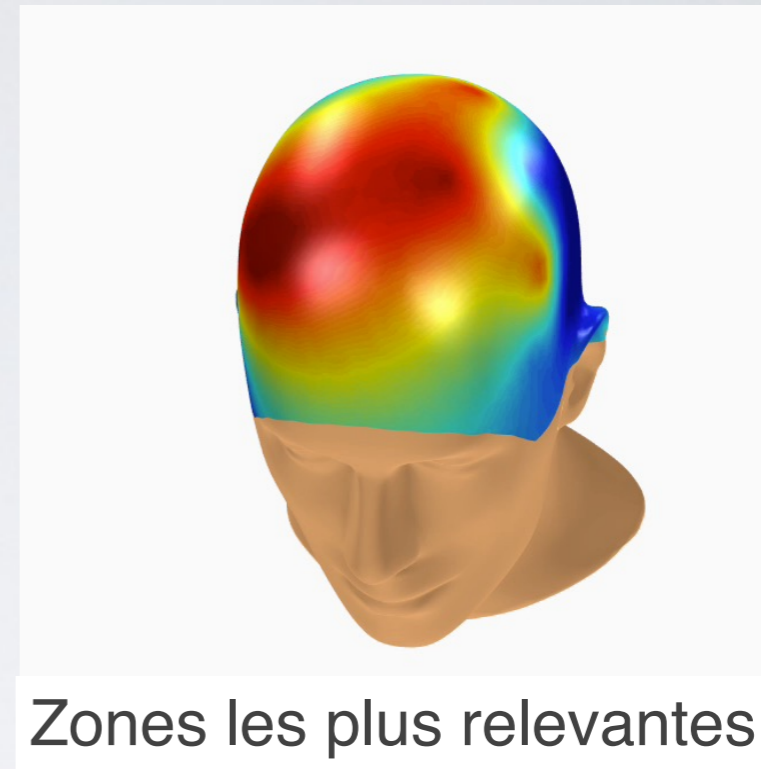
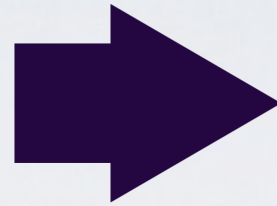


L'activité EEG liée à la respiration peut améliorer la surveillance chez les patients gravement malades sous ventilation mécanique.

Du laboratoire à l'industrie: prototype



Systeme BrainAmp - ActiCap
(32 électrodes)

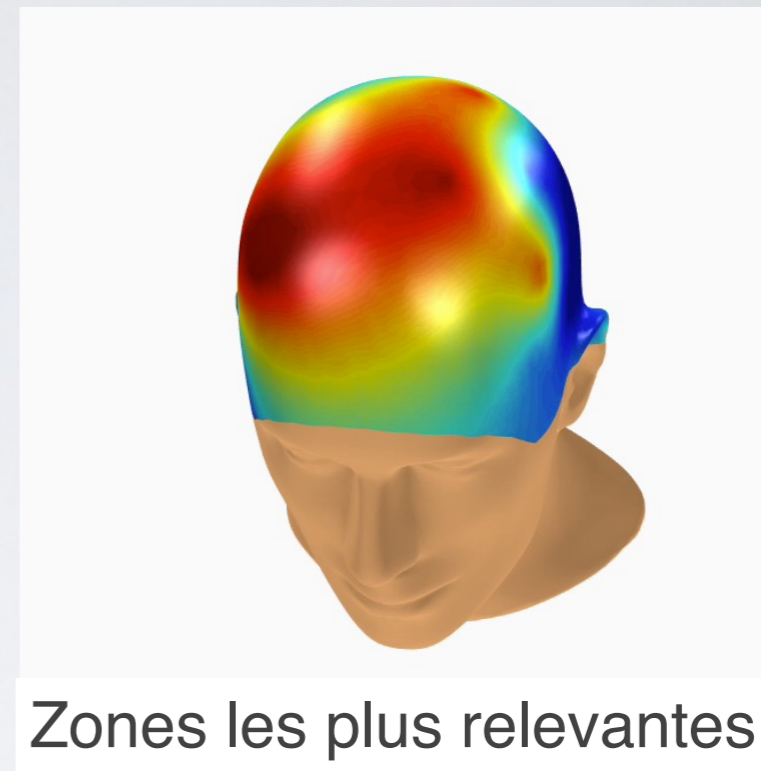
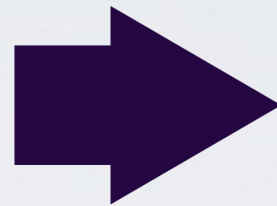


Zones les plus relevantes

Du laboratoire à l'industrie: prototype



Système BrainAmp - ActiCap
(32 électrodes)



Zones les plus pertinentes

Partenaires industriels



(2014-2018)



(2017 -)



Prototype casque sans fils
à 6 électrodes sèches

Soutiens & labellisations



Notre solution

Prototype fonctionnel
(Dispositif médical, classe II)



1

Application/dispositif mobile

10

Années de R&D



Prof. Thomas
SIMILOWSKI



Prof. Mathieu
RAUX



Dr. Xavier
Navarro

3

Brevets internationaux + extensions

5

Publications dans des journaux à
comité de lecture



Essai clinique interrompu à cause de la COVID

Un marché potentiel



Une solution plus complète que celles de nos concurrents



						
<i>Monitoring temps-reel des états respiratoires</i>	V	V	X	V	V	V
<i>Validé pour la dyspnée</i>	X	V	X	X	X	V
<i>Monitoring EEG</i>	X	X	X	V	V	V
<i>Plateforme numérique pour les professionnels de santé</i>	V	V	V	V	V	V

Merci de votre attention