

Que peut-on attendre de l'IA en anesthésie-réanimation en 2024 ?

Rencontres des Anesthésistes RASA 2024

Fabrice Ferré (MD, PhD)

Département d'Anesthésie-Réanimation
CHU Purpan, Toulouse

Télésanté



1. La téléconsultation
2. La téléexpertise : professionnel de santé <-> professionnel médical
3. La télésurveillance : interprétation des données à distance
4. La téléassistance : professionnel médical <-> professionnel de santé
5. La régulation médicale

Teleconsultation in pediatric anesthesia: First assessment of feasibility, quality, and satisfaction in France

Results: A total of 114 children (3 months-17 years) were included in the study. Feasibility was 82%, failure was mainly caused by technical issues. Physicians estimated that the safety and quality of anesthetic preparation were optimal in 100% of cases. Anesthetists were satisfied (VAS $\geq 70/100$) with the medical, technical, and relational (child/parents) aspects of anesthesia teleconsultation in 91%, 64%, and 84%/90% of cases respectively. Almost all parents (97%) stated that they would agree to anesthesia teleconsultation for a future procedure.

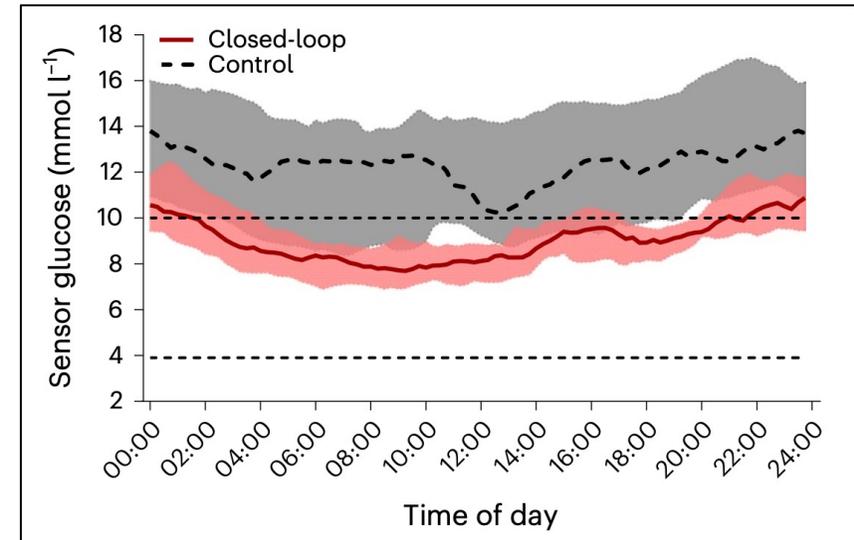
Capteurs connectés



Capteurs connectés: les leçons du diabète

- Diabète concerne $\geq 25\%$ des adultes ≥ 65 ans
- Bandelettes \rightarrow surveillance continue glucose
- **Meilleur contrôle glycémique**
(= moins hypoglycémie et hyperglycémie)
- Boucle fermée (entièrement automatisée)
- Pancréas artificiel (cétone, insuline)

Chen et al., Nat Med 2023



Daly et al., Nat Med 2023

\rightarrow Plateformes portatives connectées pour d'autres maladies

When Will My Patient Fall? Sensor-Based In-Home Walking Speed Identifies Future Falls in Older Adults

Table 3. Mean Walking Speed and Day-to-Day Speed Variability Prefall Differences Among Participants Destined to Fall

In-Home Sensor-Based Measures	3 Mo Before Fall	1 Mo Before Fall	<i>p</i> Value	1 Wk Before fall	<i>p</i> Value
Mean daily walking speed (cm s ⁻¹), mean (SD)	69.9 (20.2)	68.5 (20.5)	.12	67.7 (22.8)	.37
Day-to-day variability in walking speed, mean (SD)	11.0 (6.8)	9.4 (4.8)	<.01*	8.0 (3.8)	<.01*
Mean number of walks per day	15.5 (11.3)	15.1 (10.9)	.66	15.2 (11.2)	.86

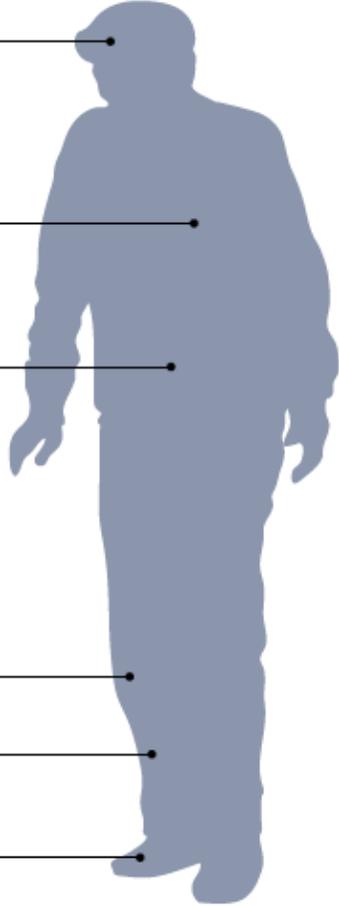
Remote Medicine: *the future of healthy aging*

a

Dementia
Parkinson's disease
Alzheimer's disease
Vision/hearing loss

Cardiovascular disease
Hypertension

Diabetes
Obesity
Kidney disease
Gastrointestinal disease



Osteoarthritis

Fall

Foot problems

b

Physical

- Heart rate, ECG
- Respiration rate
- Temperature
- Blood pressure
- Blood oxygen
- Gait
- Tremor
- Postural balance
- Acceleration, GPS
- Plantar pressures
- Shear
- Sleep

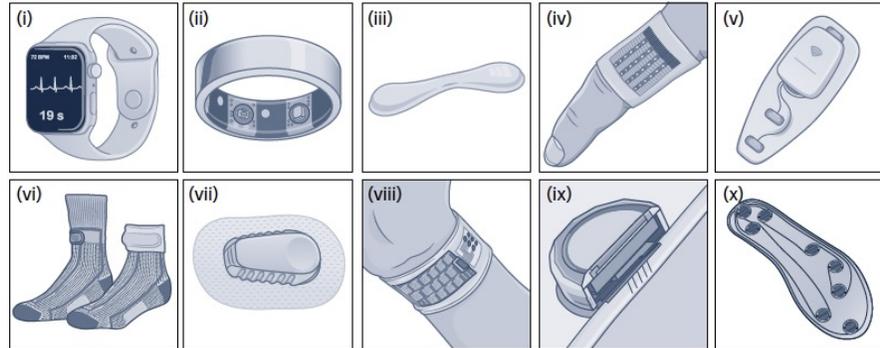
Chemical

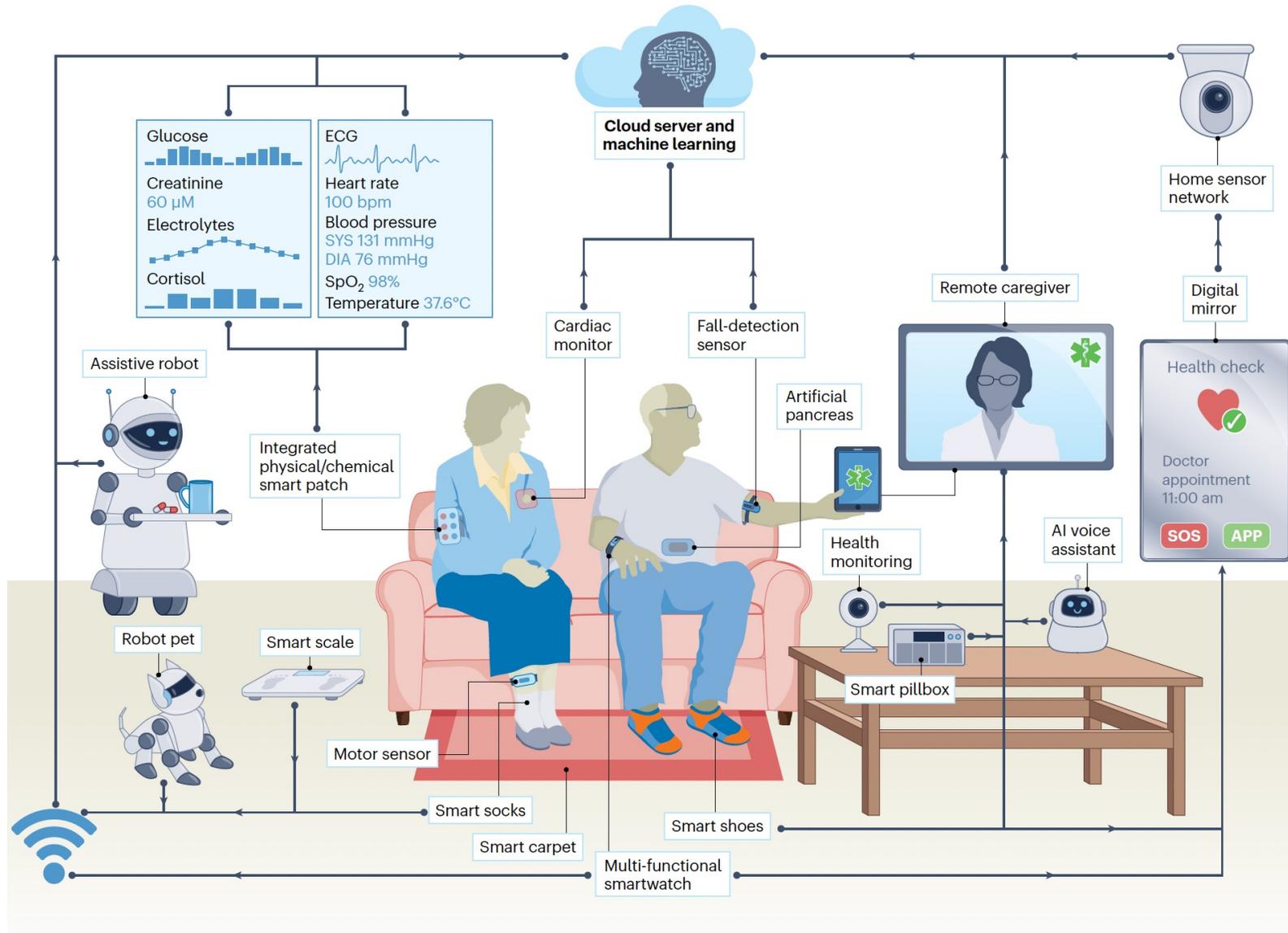
- Glucose
- Electrolytes
- L-DOPA
- Creatinine, urea
- C-reactive protein
- Lactate
- Cortisol
- Vitamins (C and D)
- Uric acid
- pH
- Tissue oxygen

→ Monitor health

→ Maintain independence at home

c





Réalité Virtuelle



Pose de PAC – Dr PAILLOCHER – Clinique de l'Anjou

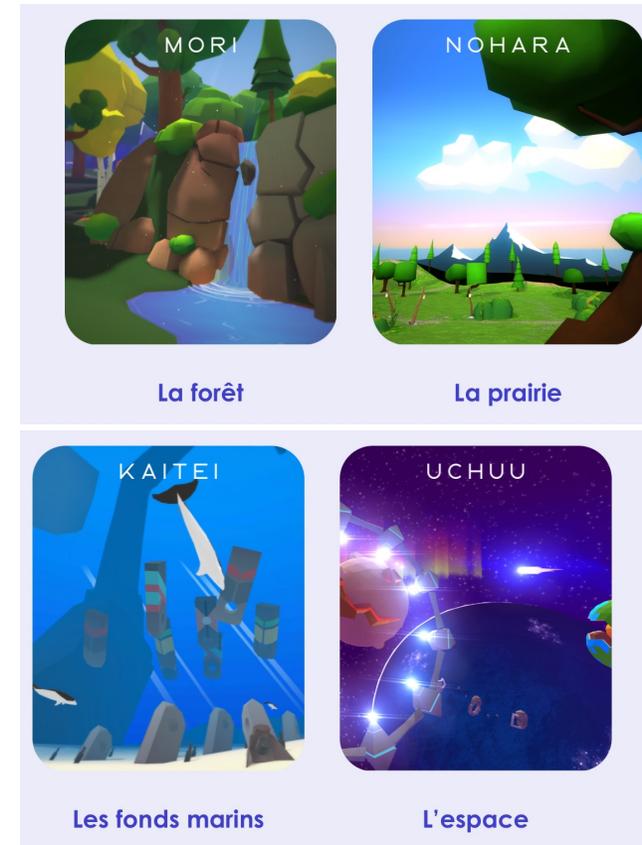
Bénéfice d'une séance d'immersion en réalité virtuelle
comparée à une prémédication par sufentanil sur l'inconfort lié
à la réalisation d'un bloc axillaire

	Groupe RV (n=42)	Groupe contrôle (n=41)	p
Δ DOULEUR	3 (-4 – 10)	2 (-5 – 10)	0,02
Δ ANXIETE	0 (-10 – 7)	0 (-7 – 5)	0,15
Δ INCONFORT	4 (-10 – 14)	1 (-9 – 14)	0,01

	Groupe RV (n=42)	Groupe contrôle (n=41)	p
SATISFACTION ANESTHÉSISTE élevée modérée	37 (88,1%) 5 (11,9%)	41 (100%) 0 (0%)	0,02
RENOUVELER RV (Oui)	40 (95,2%)	-	-
Nausées et/ou vomissements	0 (0%)	4 (9,8%)	0,05

A New Option for Pain Prevention Using a Therapeutic Virtual Reality Solution for Bone Marrow Biopsy (REVEH Trial):
Open-Label, Randomized, Multicenter, Phase 3 Study

- RCT, 126 patients
 - RV vs MEOPA lors BOM
 - ENS 0 – 10: 3,5 vs 3,0 (p=0,26)
 - Anxiété (67%): p=0,83
 - Bonne tolérance RV (95%)
- ➔ RV en alternative au MEOPA



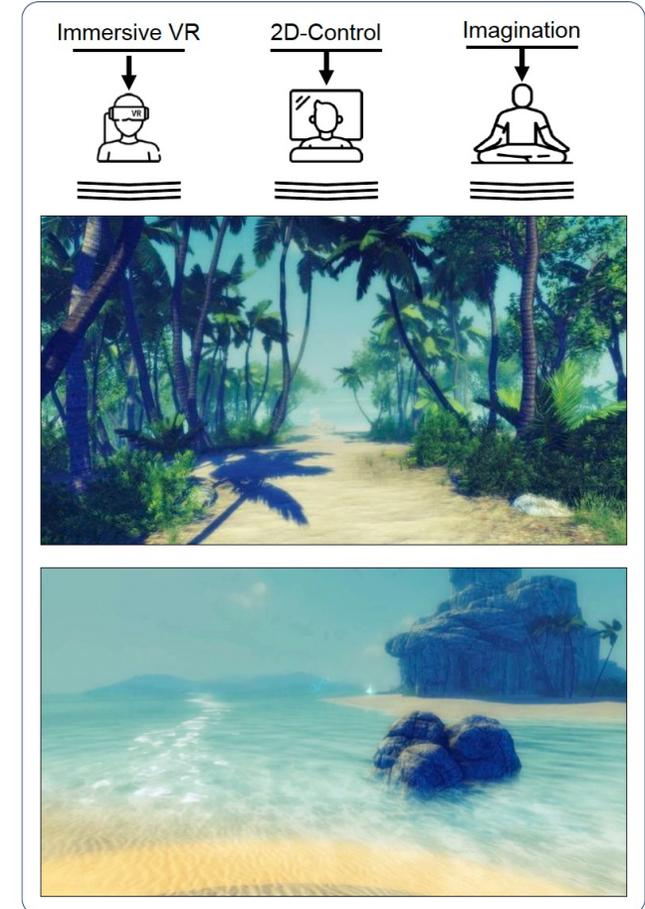
Effects of virtual reality on psychophysical measures of pain: superiority to imagination and nonimmersive conditions

Objectifs:

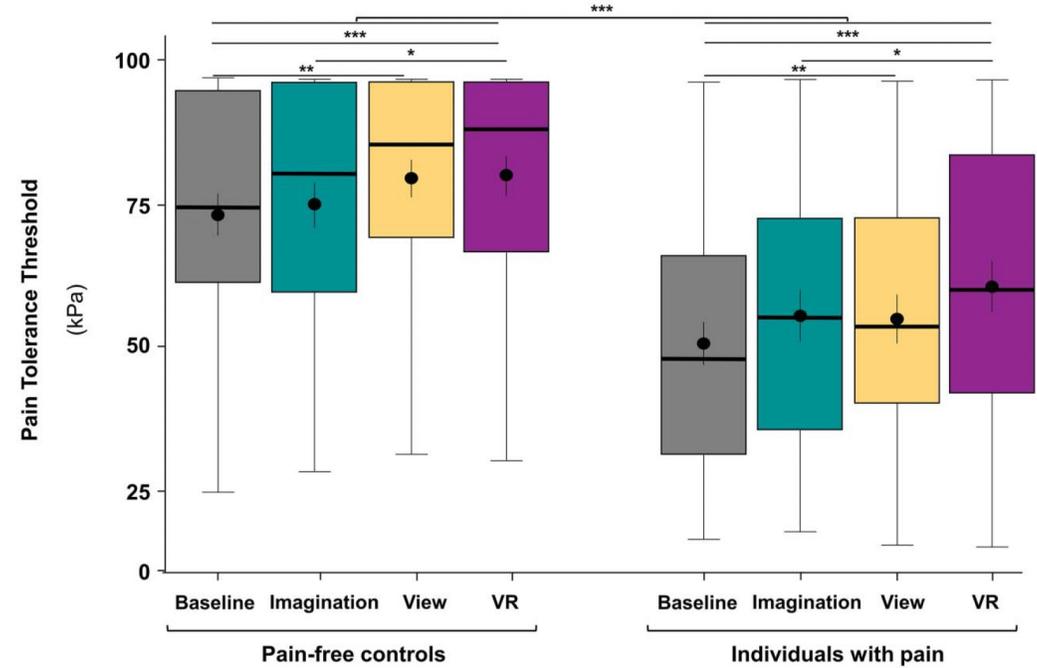
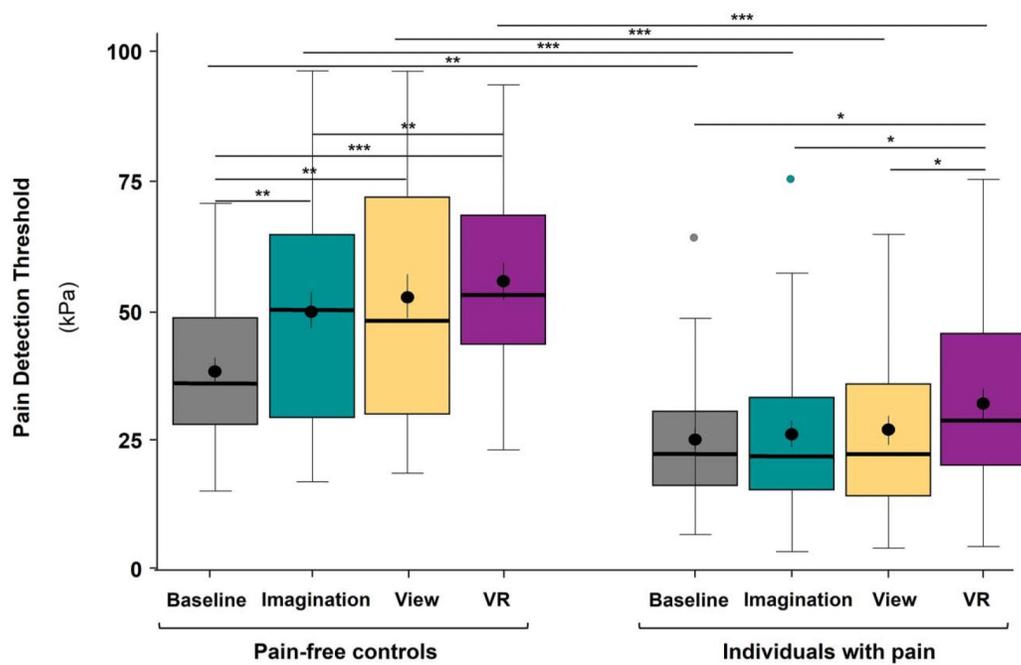
Evaluer effets d'un environnement RV immersif sur la perception de la douleur expérimentale chez des sujets douloureux chroniques (n=28) et des sujets témoins sans douleur (n=31).

Méthodes

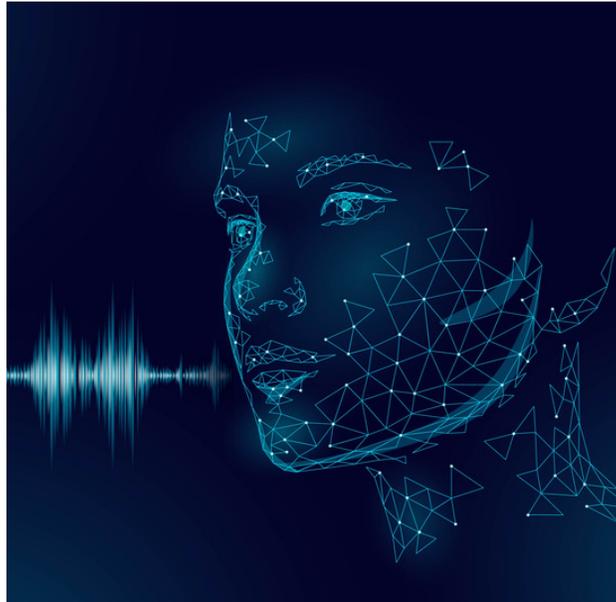
- Douleur expérimentale provoquée par garrot pneumatique et mesurée par algométrie
- 4 conditions randomisées en cross-over: basale, RV immersive, vue contrôle, imagerie mentale
- Tests psychophysiques: sensibilité douleur (seuil detection et seuil tolerance à douleur)



Effects of virtual reality on psychophysical measures of pain: superiority to imagination and nonimmersive conditions



Agent conversationnel



Randomized Trial Comparing a Web-Mediated Follow-up With Routine Surveillance in Lung Cancer Patients

jjmm	03/09	13/09	17/09	24/09	01/10	08/10	15/10	21/10	28/10	04/11	11/11	17/11	25/11	01/12	11/12	18/12	20/12	28/12	30/12	06/01	14/01	20/01	22/01	28/01	03/02	11/02	17/02	26/02	02/03	
aa	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Weight	65.7	65.8	66.4	66.8	67.4	66.8	66.8	66.6	66.6	67	67	66.7	65	65	66	66.3	66.3	67	66	66	66.5	65.1	64.6	63.4	63.2	63.2	62.9	62.1	62.1	
Weight variation	-2.7	-2.8	-3.4	-3.8	-4.4	-3.8	-3.8	-3.6	-1.7	-3	-0.8	-0.9	0.7	0.8	0.4	0.5	-0.3	0.5	-0.2	-0.6	0.6	0.5	-1.8	-2.1	-1.8	-1.6	-2.8	-3.8	-4.2	
Appetite loss	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	2	2	1	0	0	0	2	2	1	1	3	2	2	2	2	1	1	1	
Weakness	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	0	3	3	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	
Pain	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	1	1	1	2	2	1	0	3	1	0	0	
Cough	2	1	1	1	2	0	3	0	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	1	2	
Breathlessness	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	0	2	1	1	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Depression	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fever	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Face swelling	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lump under skin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Voice changing	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Blood in sputum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

↓
Objective response
after induction
chemotherapy:
Maintenance



↓
Progression:
→ Docetaxel

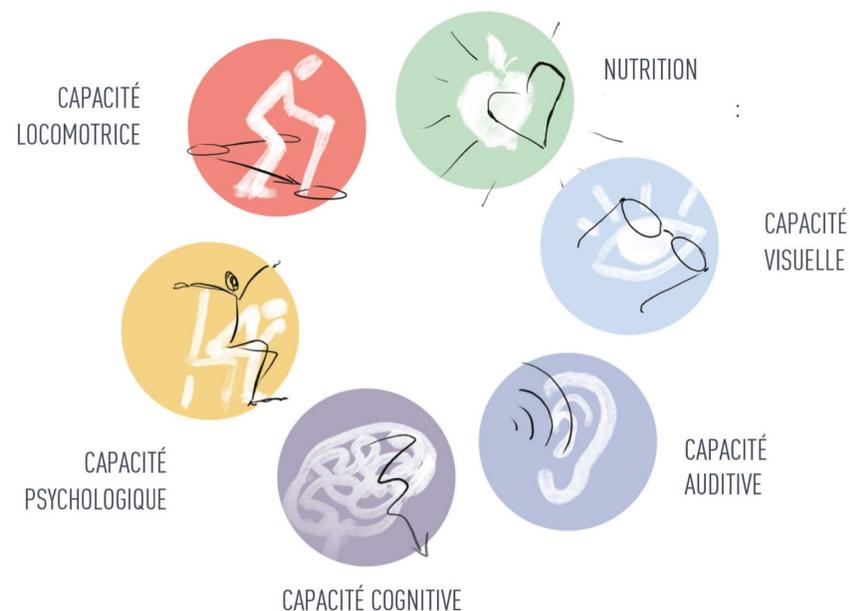


↓
Progression:
→ Nivolumab



Programme ICOPE

Soins Intégrés pour les Personnes Âgées



ICOPE bot



Aujourd'hui à 09:54

Bonjour, je suis Icopebot, l'assistant vocal qui va vous aider à réaliser l'évaluation des capacités fonctionnelles.

Aujourd'hui à 09:54

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a mis au point le programme de soins intégrés ICOPE pour les seniors afin de les aider à développer et à maintenir leurs capacités fonctionnelles pour un vieillissement en santé. Le Gériatopôle du CHU de Toulouse, centre collaborateur de l'OMS, a adapté en outil de suivi et de monitoring les recommandations du programme ICOPE en développant le robot conversationnel IcopeBot. Cette application interactive permet de suivre tous les 4 mois l'évolution de 6 fonctions majeures : la mémoire, l'état nutritionnel, l'audition, la vision, l'humeur et la mobilité. Si une baisse d'une des 6 fonctions est dépistée, une évaluation complémentaire sera proposée.

Plus d'informations : <https://inspire.chu-toulouse.fr/>

[...]

Voici les résultats :

COGNITION : Une évaluation complémentaire est recommandée

NUTRITION : Normal

VISION : Normal

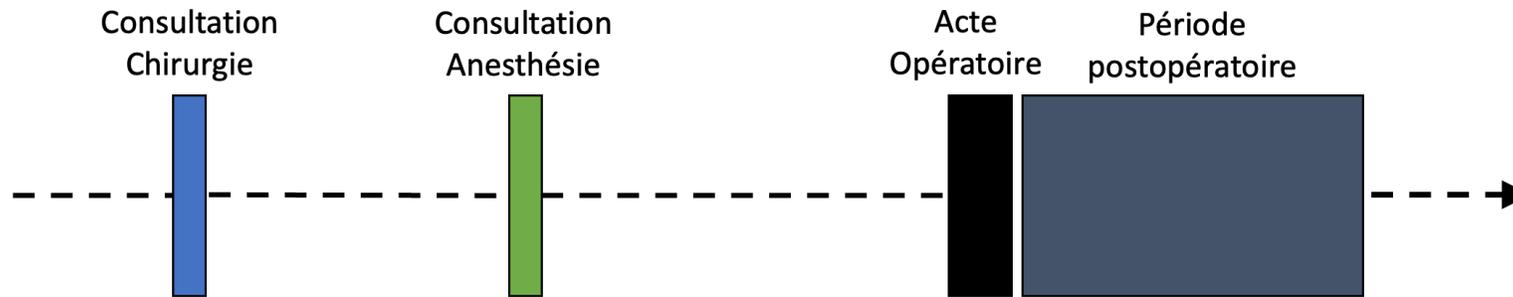
AUDITION : Une évaluation complémentaire est recommandée.

PSYCHOLOGIE : Normal

MOBILITÉ : Normal



Digitalisation exercice professionnel



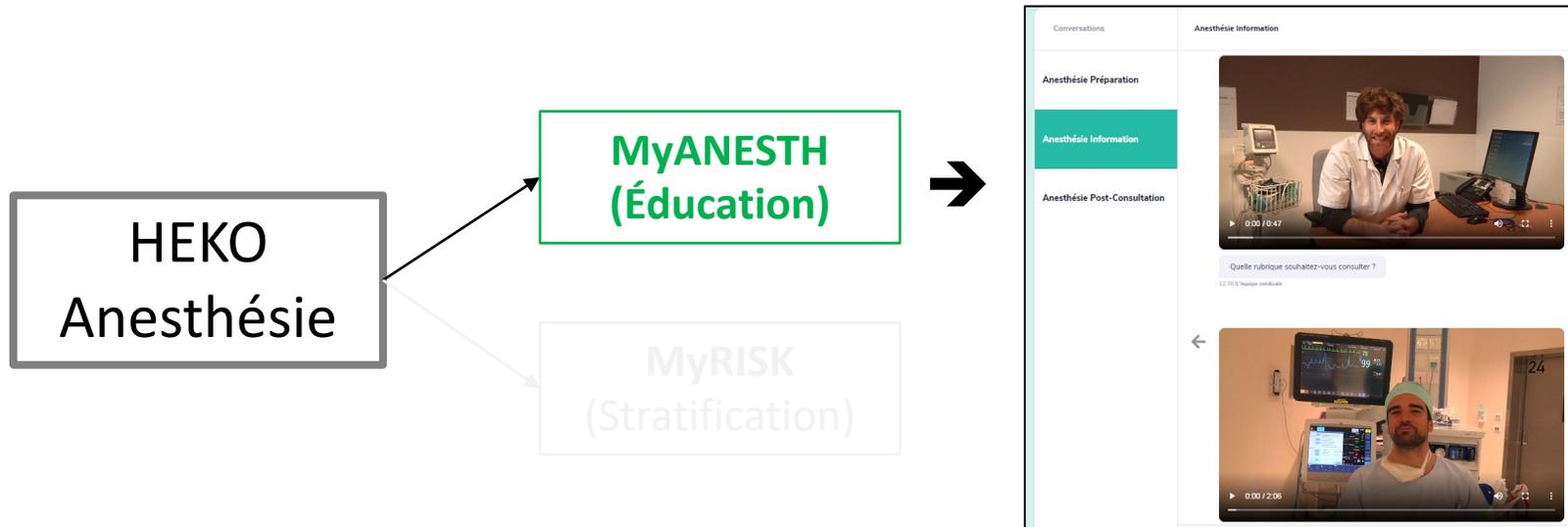
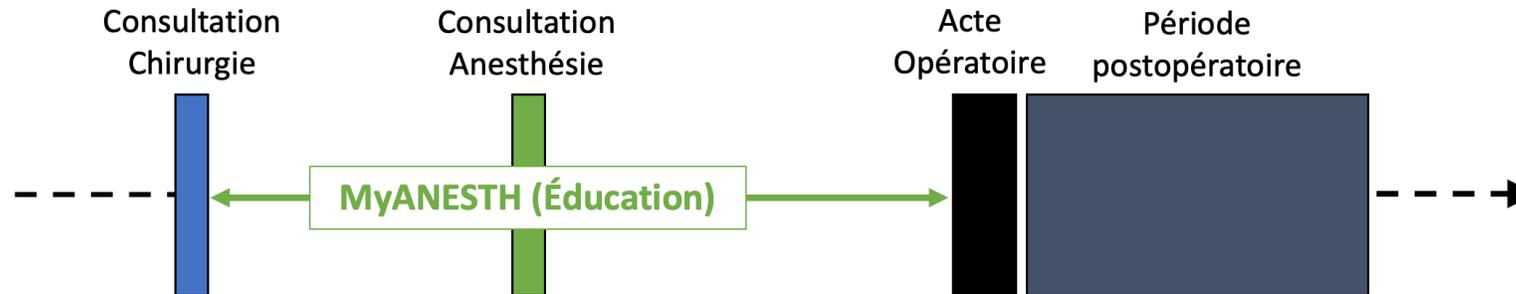


Digitalisation exercice professionnel





Digitalisation exercice professionnel

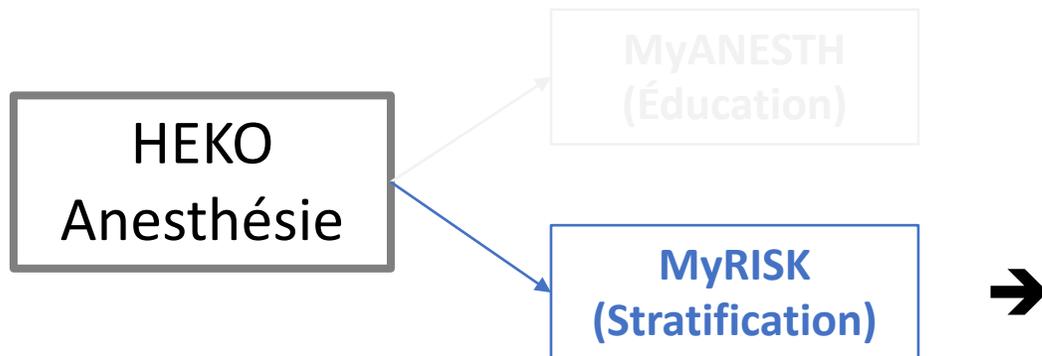
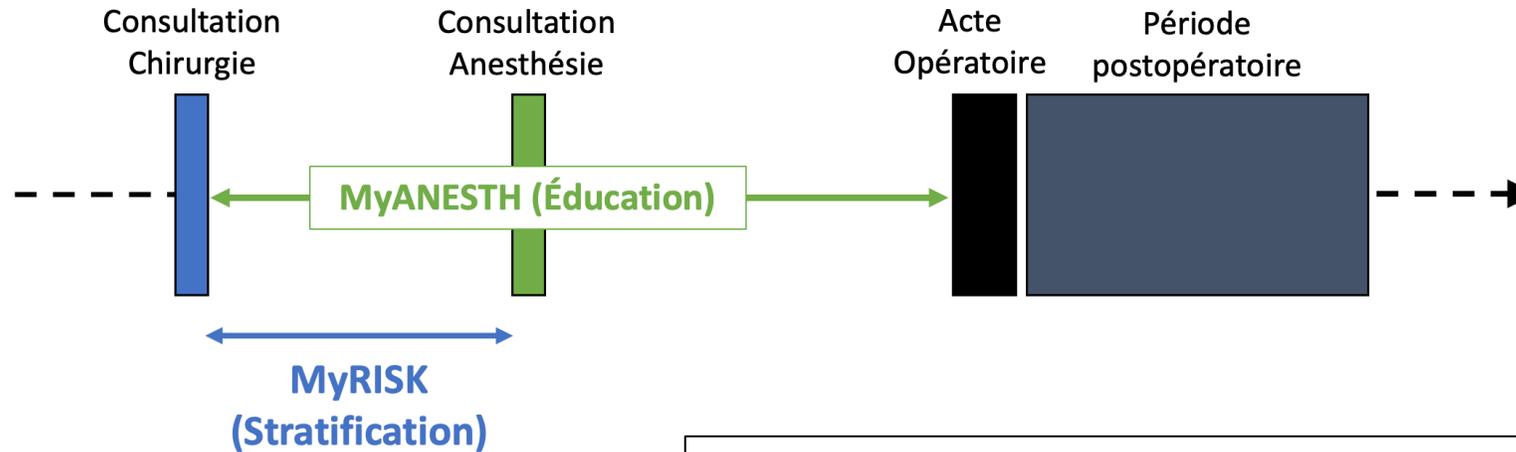


- Robot conversationnel
- Vidéos & FAQ
- Bénéfices
 - Meilleure compréhension
 - Diminution anxiété

Ferré *et al.*, 2020



Digitalisation exercice professionnel

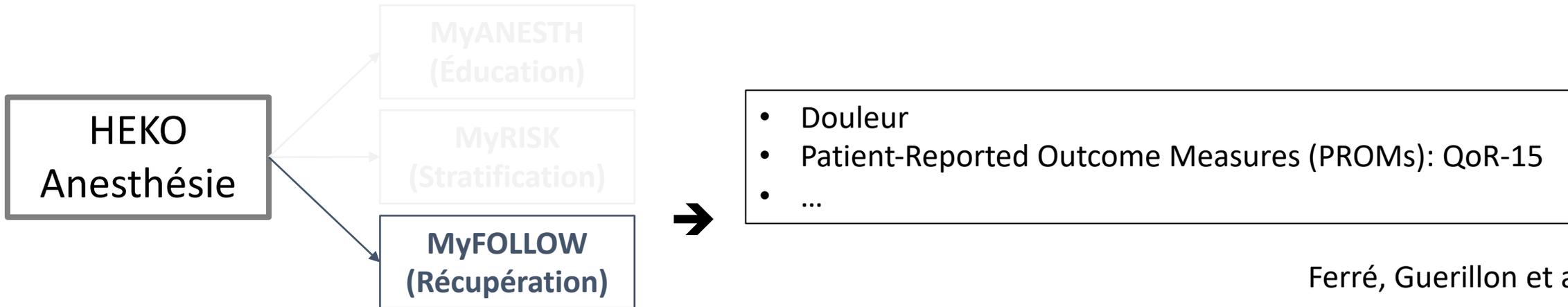
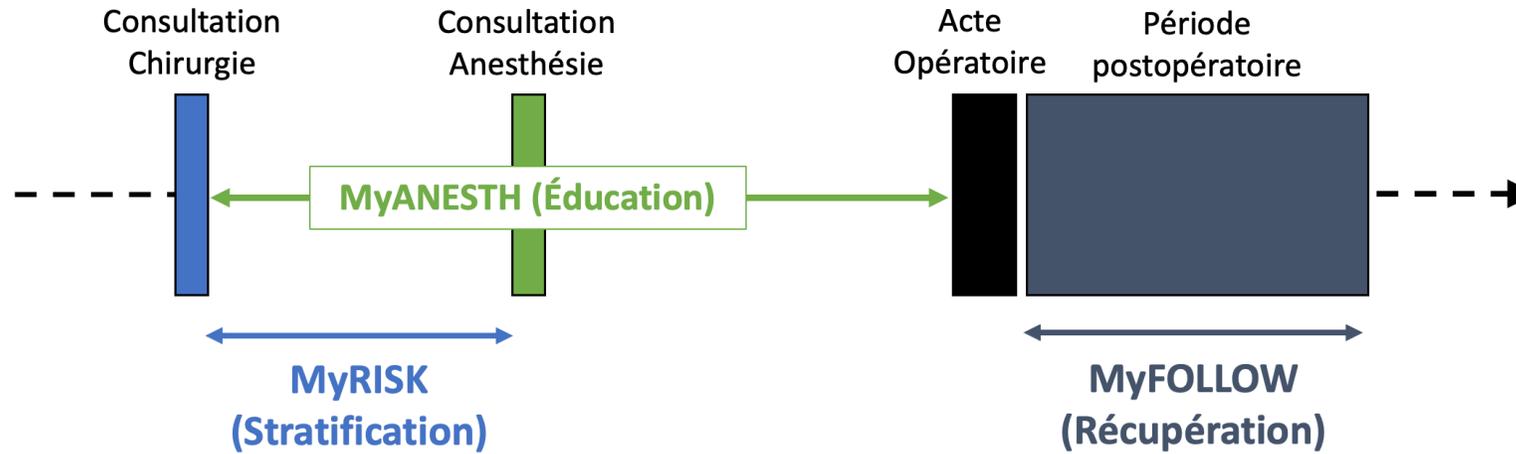


- ⇒ Score **MyRISK**
 - Algorithme, 16 critères méthode Delphi
 - Stratification risque en code **vert**, **orange**, **rouge**
 - Apprentissage automatique → recatégorisation **orange**
- ⇒ **MyRISK rouge**: pronostic complications postopératoires (Odds Ratio = **22**, p=0.003)

Ferré *et al.*, 2023



Perspectives



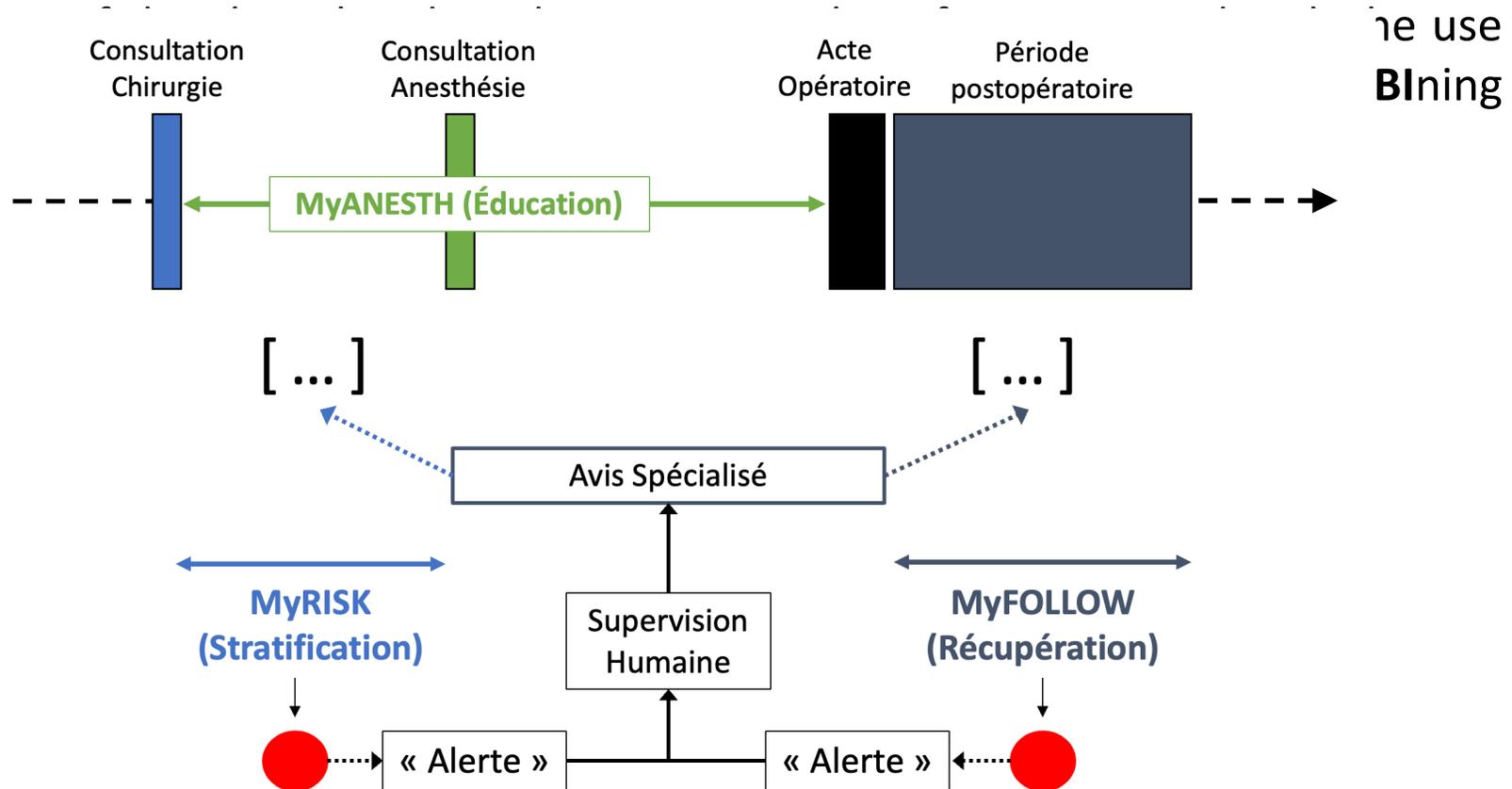
Ferré, Guerillon et al., 2025



Perspectives

→ Projet SIMBIOTIC

Evaluation
of a decision



GMCAO



Robotic versus laparoscopic inguinal hernia repair: an updated systematic review and meta-analysis

Méta-analyse RHR vs LHR

9 articles, 7589 patients RHR

Durée opératoire HR unilatéral 88 vs 68 min ($p=0,04$)

Durée opératoire HR bilatéral 111 vs 100 ($p=0,79$)

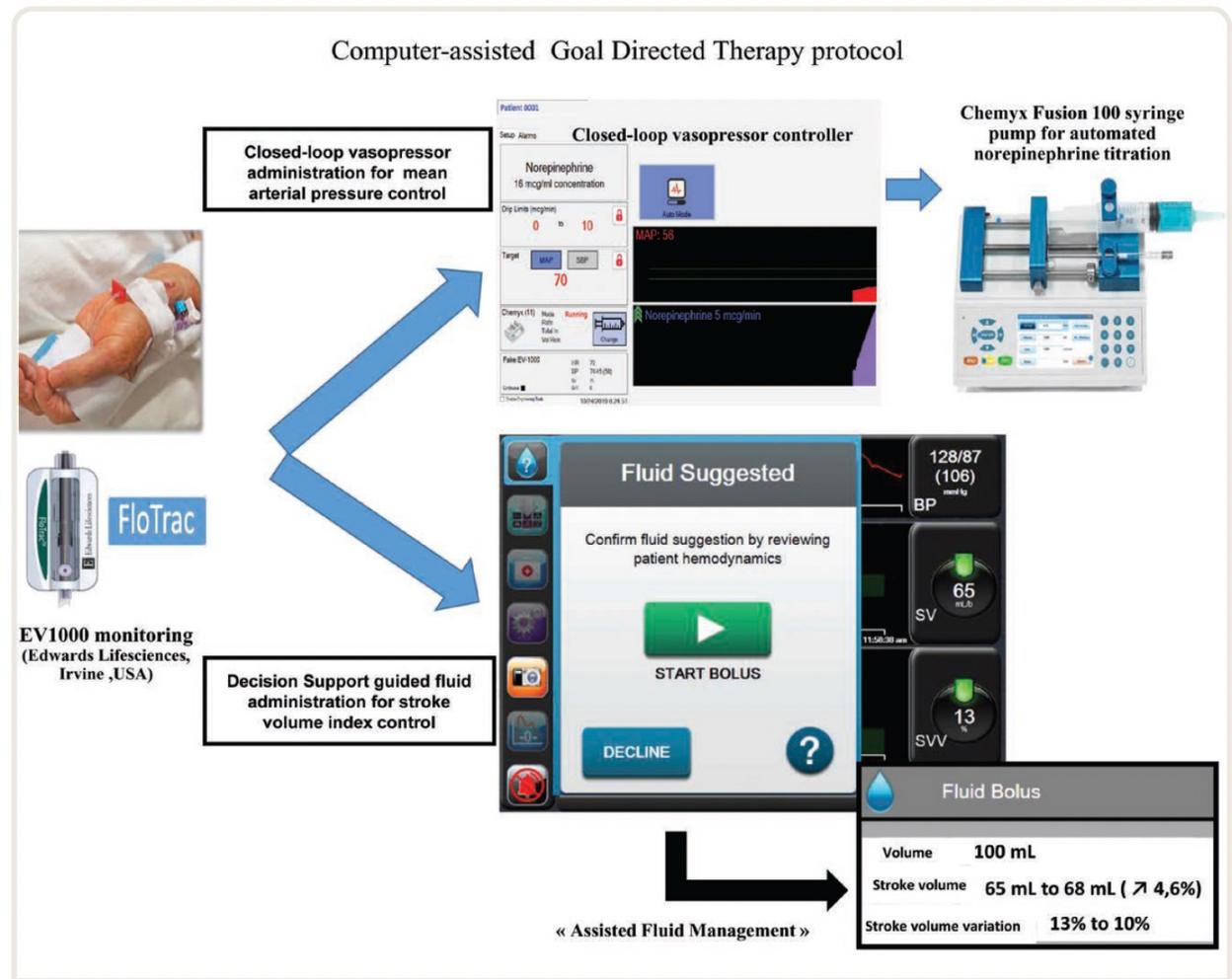
Conversion chirurgie ouverte 0%

DCPC et complications idem

MD coût – 3270 \$

Computer-assisted Individualized Hemodynamic Management Reduces Intraoperative Hypotension in Intermediate- and High-risk Surgery: A Randomized Controlled Trial

Joosten *et al.*, Anesthesiology 2021



0,001)

Fig. 1. Schematic representation of our computer-assisted individualized hemodynamic management protocol. Chemyx Fusion 100 syringe pump (Chemyx Inc., USA).

Closing the loop: automation in anesthesiology is coming

Sean Coeckelenbergh, Alexandre Joosten, Maxime Cannesson, Joseph Rinehart

Assistive artificial intelligence for ultrasound image interpretation in regional anaesthesia: an external validation study

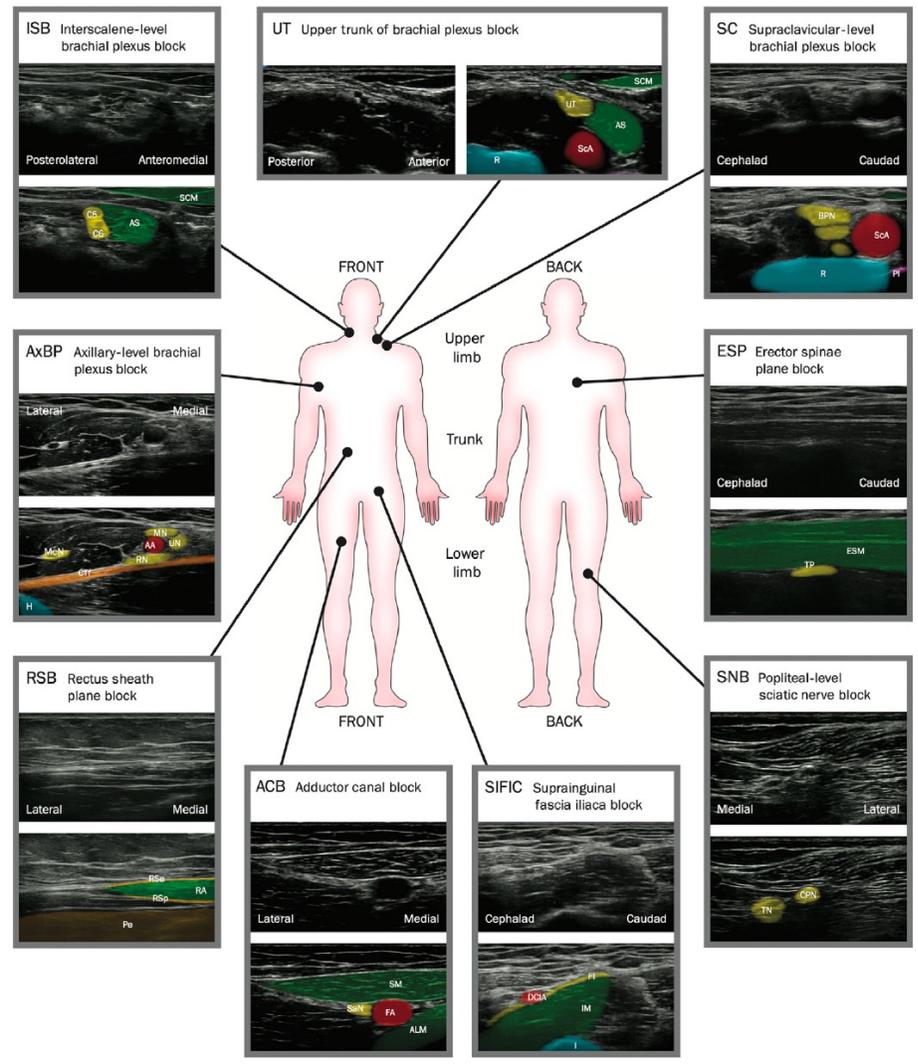


Fig 1. Exam rib; purple,

Enjeux

- Meilleure identification structures anatomiques
- Amélioration visualisation trajet aiguille
- Amélioration visualisation injection AL
- Réduction complications

Meilleur apprentissage

plexus block. Blue, first ons).

Enseignement



Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DE LA PRÉVENTION

Arrêté du 10 novembre 2022 relatif à la formation socle
au numérique en santé des étudiants en santé

Construction interdisciplinaire

- 28 ETD, 2 ECTS
- 5 domaines:
 - Données santé
 - Cybersécurité
 - Communication
 - Outils Numériques
 - Télésanté

Compétences et Métiers d'Avenir (CMA)

Appel à manifestation d'intérêt

anr[®]
agence nationale
de la recherche



FRANCE
2030



Formation aux nouveaux Usages numériques en santé: pôle de Recherche et d'Innovation Intégrée

Budget de 6,2 M€ dont
3,5 M€ subvention France 2030

Durée 5 ans
2022 – 2027

Région
Occitanie Ouest

➔ **Action 1** : Apporter une formation massive et appliquée en santé numérique pour les apprenants en santé en formation ou en exercice en Occitanie Ouest

Outils pédagogiques asynchrones et modulables

CONNAISSANCES

Capsules vidéos + Quizz



COMPÉTENCES

Chambre des erreurs

Quizz



ÉVALUATION

PixPro Santé



Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DE LA PRÉVENTION

Arrêté du 10 novembre 2022 relatif à la formation socle
au numérique en santé des étudiants en santé

Construction interdisciplinaire

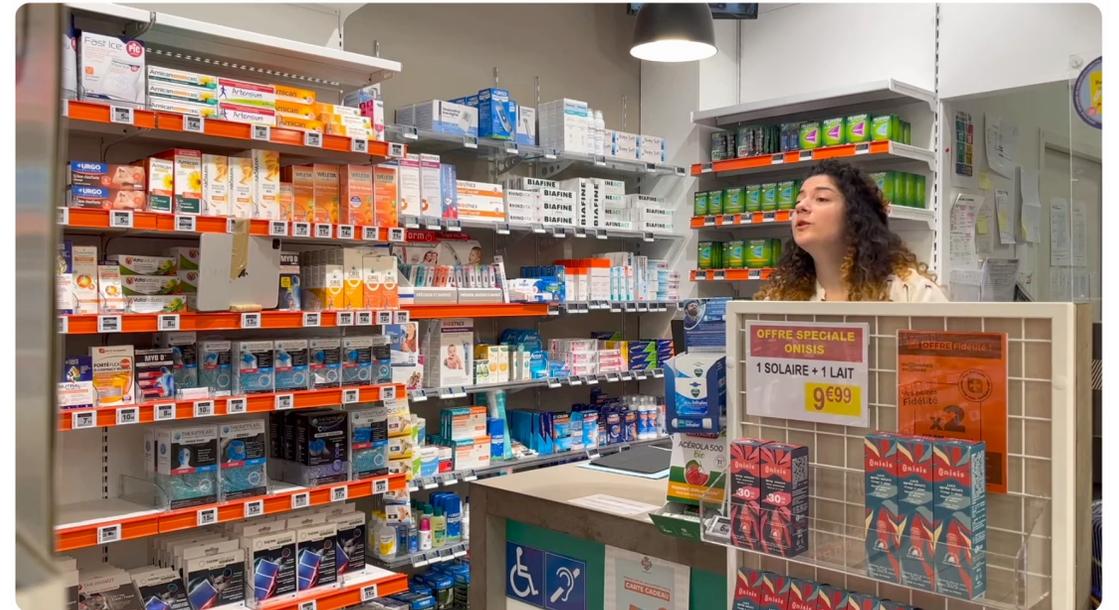
- \simeq 1500 étudiants / an
- 28 ETD, 2 ECTS
- 5 domaines:
 - Données santé
 - Cybersécurité
 - Communication
 - Outils Numériques
 - Télésanté

Numérique en santé

1. Données de santé

1.1. Identifier un professionnel et un établissement de santé

Auteurs : Bastiani Bruno, Bon C

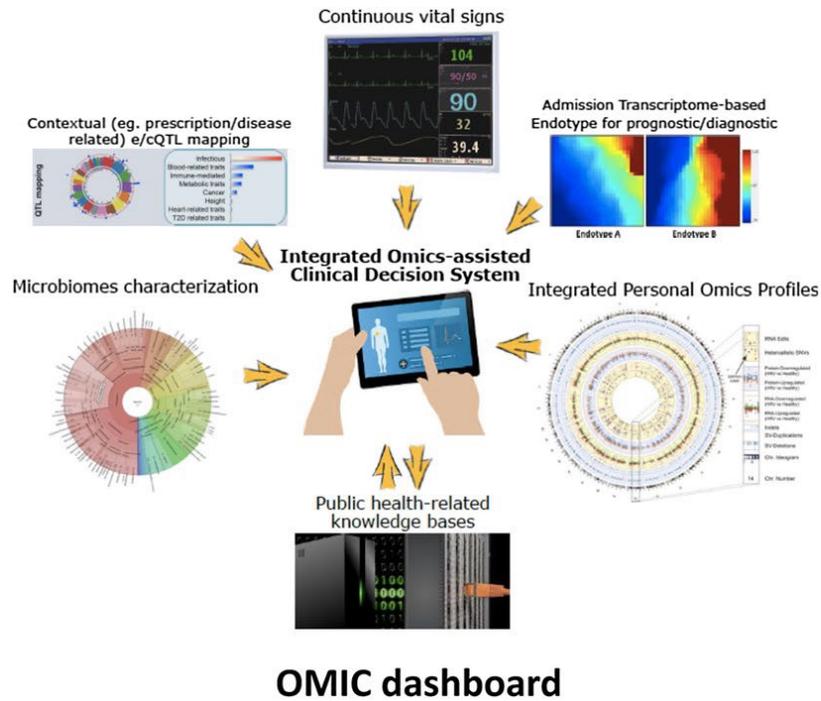


Données de Santé



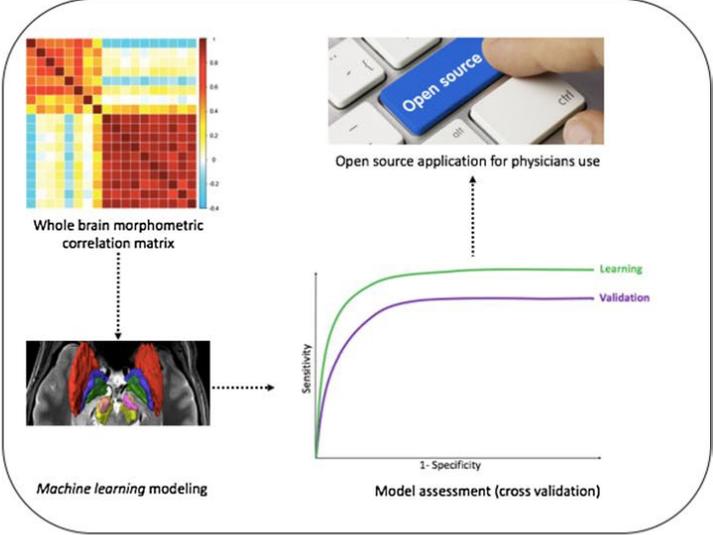
Data-driving methods: More than merely trendy buzzwords?

« Omics: the rise of the narciss-ome »



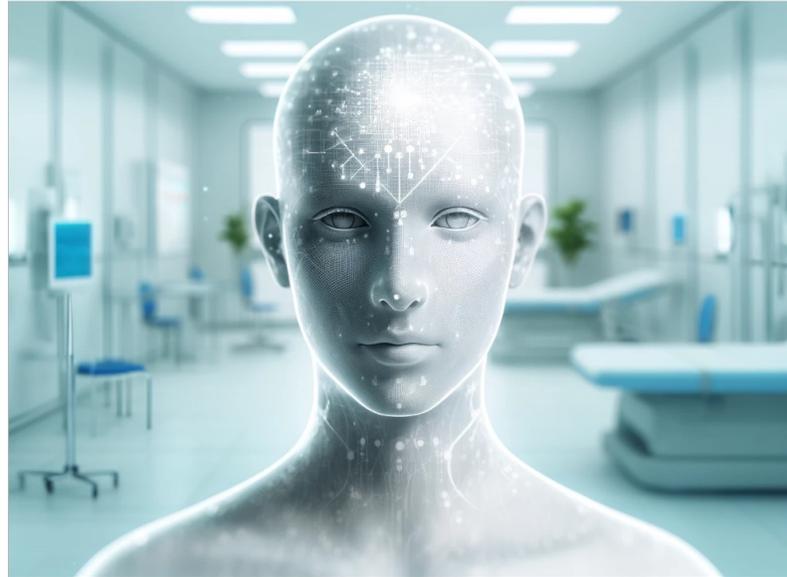
Can we use MRI grey matter morphometry to assess brain structural impact of cardiac arrest and predict 1 year outcome?

Cortical thickness (mm):
96 brain regions
+
Subcortical gray matter volumetry (mm³):
16 brain structures



Neuroprognostication

Patients virtuels



Data 3.0

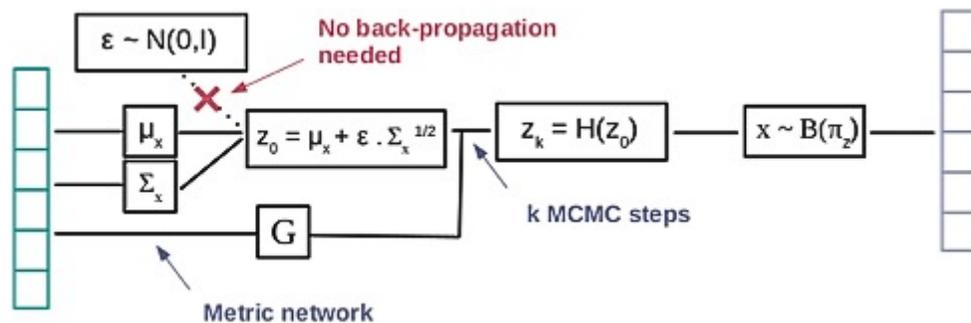
Cohortes patients virtuels



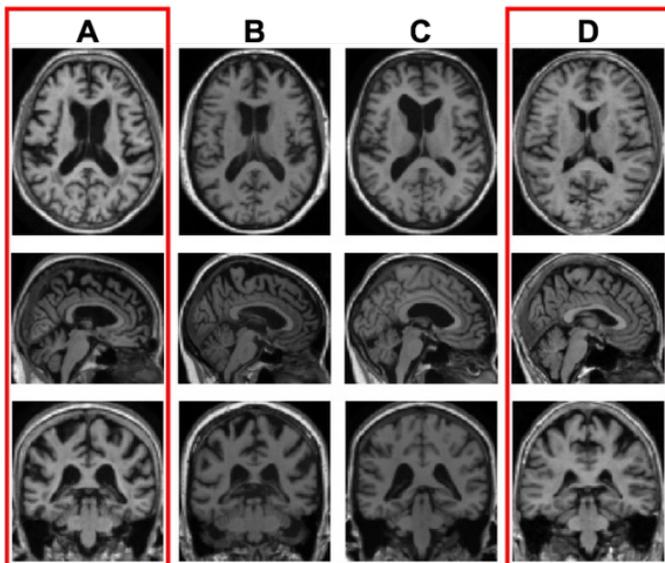
Pr S. Allasonnière
Université Paris Cité, PR[AI]RIE

Application inédite mathématiques fondamentales à espace très contraint de haute dimension mais de petite taille d'échantillon*

*HDLSS : High Dimension Low Sample Size



Validation qualitative

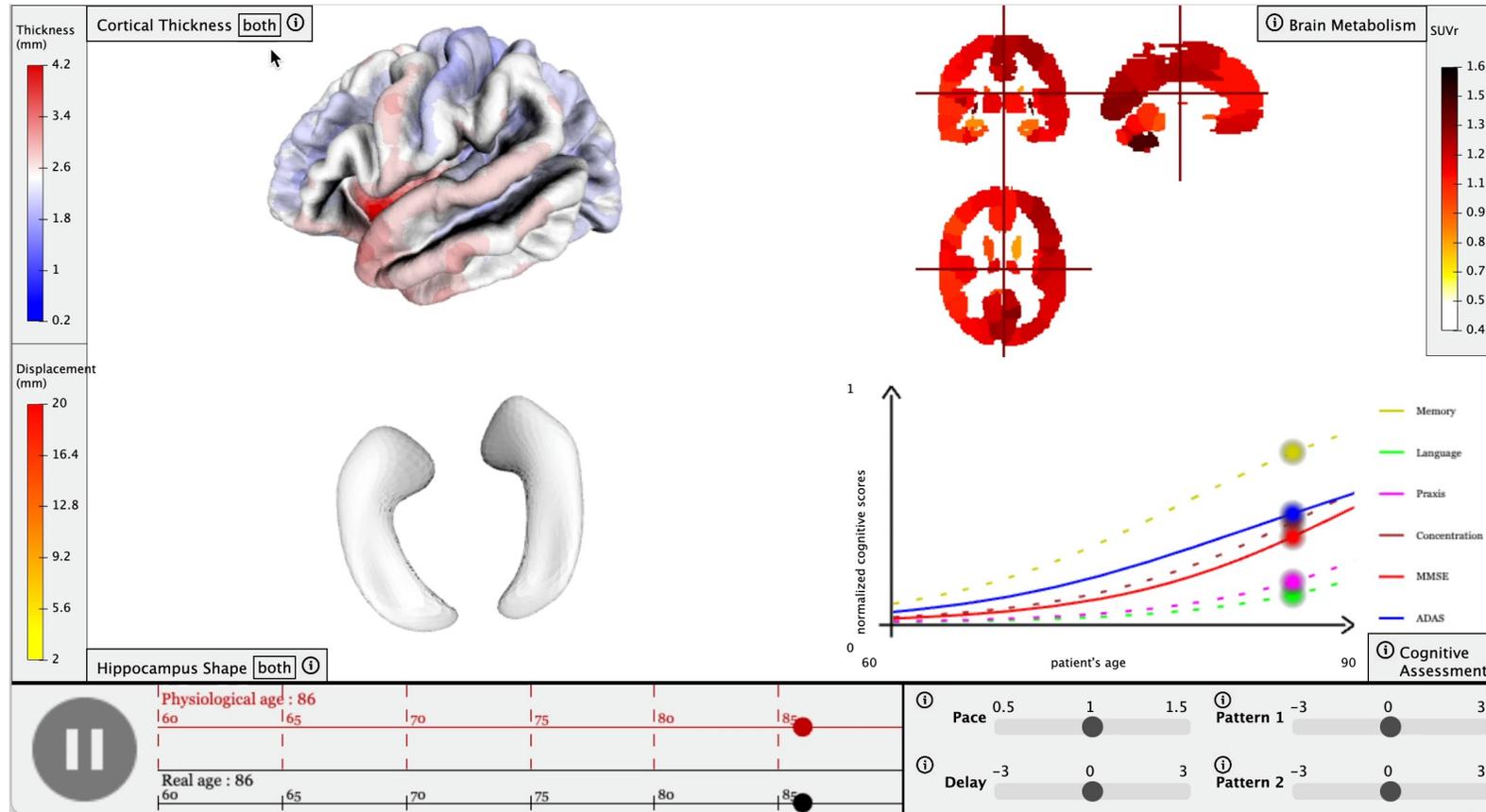


Validation quantitative

data set	ADNI balanced accuracy	AIBL balanced accuracy
real	66.3 ± 2.4	67.2 ± 4.1
real (high-resolution)	67.9 ± 2.3	66.5 ± 3.0
500 synthetic + real	69.4 ± 1.6	68.5 ± 2.5
1000 synthetic + real	70.5 ± 2.1	70.6 ± 3.1
2000 synthetic + real	71.2 ± 1.6	72.8 ± 2.2
3000 synthetic + real	72.6 ± 1.6	73.6 ± 3.0
5000 synthetic + real	74.1 ± 2.2	76.1 ± 3.6
10000 synthetic + real	74.0 ± 2.7	74.9 ± 3.2

Mean test performance of each series of 20 runs trained with the baseline hyperparameters on train-50 set.

Cohorte virtuelle d'1 million de sujets développant la maladie d'Alzheimer



www.digital-brain.org

Koval *et al.*, Sci Rep 2021



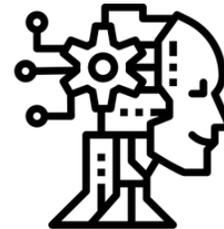
Projet D[IA]na

Data augmentation In Anaesthesia using a variational autoencoder



521 patients réels issus de HEKO
85 critères cliniques chacun

gender	blood type	hearingAid	height	malampati	mandibular	subject	weight	DM.implant
male	A+	Non	167.0	Classe II	Classe I	patient	76.0	Oui
male	O+	Non	171.0	Classe III	Classe I	patient	97.0	Oui
female	Je ne le conn	Non	164.0	Classe III	Classe I	patient	73.0	Oui
female	Je ne le conn	Non	167.0	Classe II	Classe I	patient	73.0	Oui
female	A+	Non	163.0	Classe I	Classe I	patient	74.0	Non
female	A-	Non	168.0	Classe I	Classe I	patient	74.0	Non
female	O+	Non	161.0	Classe III	Classe I	patient	67.0	Oui
male	O+	Non	165.0	Classe I	Classe I	patient	73.0	Non
female	A+	Non	162.0	Classe II	Classe I	patient	64.0	Oui
female	A+	Non	163.0	Classe II	Classe I	patient	61.0	Non
female	O-	Non	159.0	Classe I	Classe I	patient	69.0	Non
male	O+	Non	160.0	Classe I	Classe I	patient	76.0	Non
male	A+	Non	176.0	Classe III	Classe II	patient	77.0	Non
male	O+	Non	175.0	Classe II	Classe I	patient	99.0	Non
male	O+	Non	176.0	Classe II	Classe I	patient	102.0	Non
male	A-	Non	170.0	Classe II	Classe I	patient	82.0	Oui
female	A+	Non	163.0	Classe I	Classe I	patient	68.0	Oui
male	A+	Non	171.0	Classe I	Classe I	patient	83.0	Non
female	A+	Non	158.0	Classe I	Classe I	patient	75.0	Non
female	A-	Non	174.0	Classe I	Classe II	patient	67.0	Non
female	O+	Non	169.0	Classe II	Classe I	patient	91.0	Non
female	A+	Non	154.0	Classe I	Classe I	patient	57.0	Non
male	Je ne le conn	Non	168.0	Classe IV	Classe I	patient	64.0	Oui
male	Je ne le conn	Non	167.0	Classe II	Classe II	patient	109.0	Non
male	O+	Non	178.0	Classe II	Classe II	patient	93.0	Non
female	A+	Non	159.0	Classe II	Classe I	patient	62.0	Oui
female	A+	Non	160.0	Classe I	Classe I	patient	65.0	Oui
female	A+	Non	159.0	Classe III	Classe I	patient	78.0	Oui
male	A+	Non	175.0	Classe II	Classe I	patient	86.0	Oui
female	A+	Non	163.0	Classe III	Classe I	patient	71.0	Oui
female	O+	Non	168.0	Classe II	Classe I	patient	71.0	Non
female	A+	Non	157.0	Classe I	Classe I	patient	74.0	Non



5000 patients artificiels
générés



- Score fidélité : 97,6%
- Très haute anonymisation avec un score filtre similarité > 99,9%
- Aucune différenciation par 3 anesthésistes entre patients réels et artificiels

Ferré *et al.*, submitted

AVRIL 2024

DONNÉES DE SANTÉ ARTIFICIELLES : ANALYSE ET PISTES DE RÉFLEXION

Livre blanc coordonné par :

Pr. ALLASSONNIÈRE
Stéphanie



Dr. FRAYSSE
Jean-Louis

BOTdesign



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU

concours d'innovation i-Nov

ORIGA

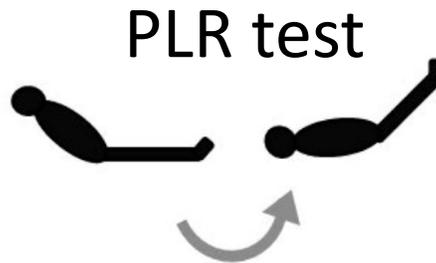
Première plateforme web européenne d'augmentation
des données cliniques grâce à de l'IA générative

O Thuillart, JL Fraysse, F Combes, F Ferré, V Minville, S Allassonnière



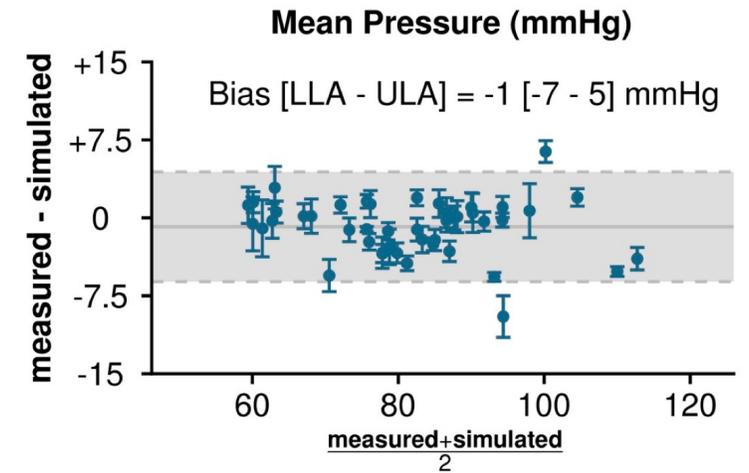
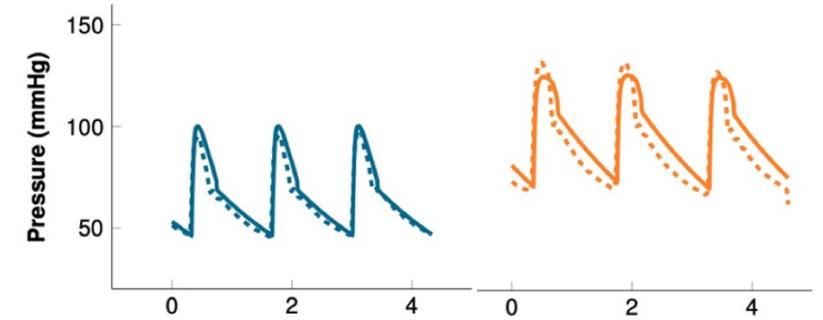
Monitoring of cardiovascular physiology augmented by a patient-specific biomechanical model during general anesthesia. A proof of concept study

Fluid Challenge



ΔPP

VVE



« Le rôle de l'intelligence artificielle est de libérer l'esprit des tâches répétitives et de permettre à l'humain de se concentrer sur la créativité et l'innovation »



Demis Hassabis, DeepMind

« Un esprit artificiel pour renforcer les mains du guérisseur »



ChatGPT