

25 novembre 2022
L2 Sciences pour la Santé,
UFR de Médecine Lyon EST

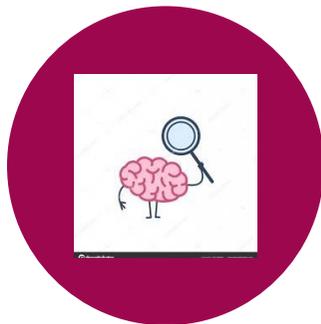
LES NOUVELLES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE LA SANTÉ

Valeria MANERA

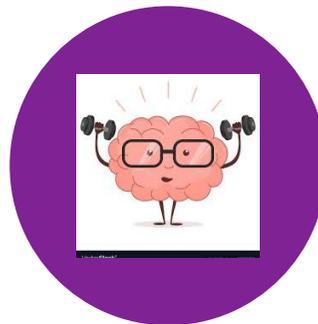
Equipe CoBTeK, Université Côte d'Azur



LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION (ICT) au service de :



L'EVALUATION



LA PRISE EN CHARGE
NON
PHARMACOLOGIQUE



LA FORMATION

Des troubles cognitifs, émotionnels et neuropsychiatriques



QUELLES NOUVELLES TECHNOLOGIES ?

- Reconnaissance automatique d'activités / expressions faciales à partir de vidéos
- Analyse automatique de la voix
- Analyses de la motricité
- Réalité Virtuelle
- Applications pour l'art-thérapie



Original article

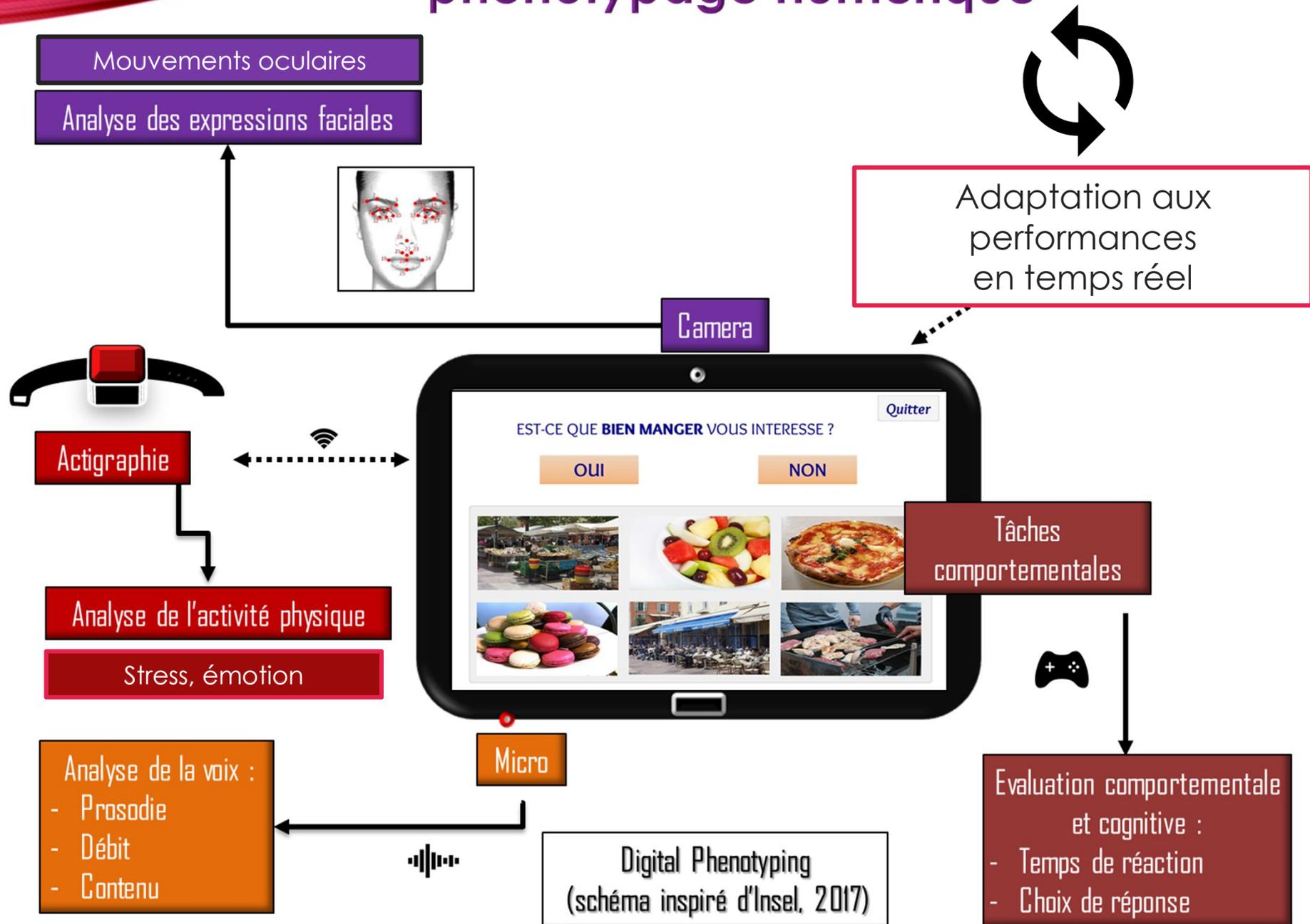
Is it time to revise the diagnostic criteria for apathy in brain disorders?
The 2018 international consensus group



P. Robert^{a,*}, K.L. Lanctôt^{b,1}, L. Agüera-Ortiz^c, P. Aalten^d, F. Bremond^{a,e}, M. Defrancesco^f,
C. Hanon^g, R. David^h, B. Duboisⁱ, K. Dujardin^j, M. Husain^k, A. König^e, R. Levy^l,
V. Mantua^m, D. Meulienⁿ, D. Miller^o, H.J. Moebius^p, J. Rasmussen^q, G. Robert^r,
M. Ruthirakuhan^o, F. Stella^s, J. Yesavage^t, R. Zeghari^a, V. Manera^{a,e}

- Réduction significative des comportements dirigés vers un but par rapport à l'état antérieur du patient.
- Les symptômes doivent persister au moins depuis 4 semaines et affecter au moins deux des domaines
 - comportemental/cognitif
 - émotionnel
 - social
- Les symptômes doivent causer une perturbation identifiable, et ne pas être attribuée à d'autres facteurs tels que les effets d'usage de substance ou des changements majeurs de l'environnement du patient.

Mieux évaluer : phénotypage numérique



EVALUATION DE LA MOTIVATION

Le projet MotAp : combinaison d'applications et capteurs pour améliorer l'évaluation objective de l'apathie



Applications
« Interest game »



Zeghari et al., 2020, JAD



**Analyse automatique
audio et vidéo**



Zeghari et al., 2021, JMIR
Happy et al., FG 2020
Konig et al. 2019, JAD



Capteurs portés
Analyse Cinématique



Manera et al., 2021, JAD

RECONNAISSANCE DES ÉMOTIONS (EKMAN)



Jolie



Peur



Dégoût



Colère



Tristesse



Surprise



FACS example

E.g., Action code: 1, 2, 4, 5, 7, 20,

- 1C Inner brow raise
- 2C Outer brow raise
- 4B Brow lower
- 5D Upper lid raise
- 7B Lower lid tighten
- 20B Lip stretch
- 26B Jaw drop

Analyse automatique faciale

PARTIE SUPÉRIEURE: EX. SOURCILS, PAUPIÈRES



1



2



4

Partie basse : séparation des lèvres, plissement bouche



12



17



25

ANALYSE AUTOMATIQUE FACIALE



ANALYSE AUTOMATIQUE FACIALE



- Orientation du regard, de la pupille, de la tête
- Mouvements globaux ou locaux
- **Unités d'Actions :**
expressions faciales,
émotions

Analyse automatique faciale

- Chez les femmes :
 - la majorité des AUs sont corrélées à la réduction d'affect

Histoire négative



9

Histoire positive



10

Females		Au	AI affect	AI initiation	AI interest
Negative story	mean activation	1	-0.340*		
		2	-0.422*		
		9	-0.382*		
		10	-0.350*	-0.426*	
		45	-0.349*		
	mean intensity	1	-0.361*		
	9	-0.470**			
Positive story	Mean activation	10	-0.461**		
		25	-0.333*		
	Mean intensity				

* p < 0.05 ** p < 0.01

AU = Action Units

Zeghari et al. 2021

Analyse automatique faciale

- Chez les hommes
 - Dans l'histoire négative les AUs sont corrélées à la réduction d'affect
 - Dans l'histoire positive plus d'AUs vont corrélées avec la perte d'initiative et la perte d'intérêt

Histoire négative



15

Histoire positive



14

Males		AU	AI affect	AI initiation	AI interest
Negative story	mean activation	20	-0.474*		
	mean intensity	1		-0.432*	
		15	-0.628**		
		17	-0.510*		
		20	-0.472*		
Positive story	mean activation	14		-0.501*	-0.625**
		45			-0.428*
	mean intensity	1		-0.472*	
		12			-0.418*
		17	-0.437*		

* p < 0.05 ** p < 0.01

AU = Action Units

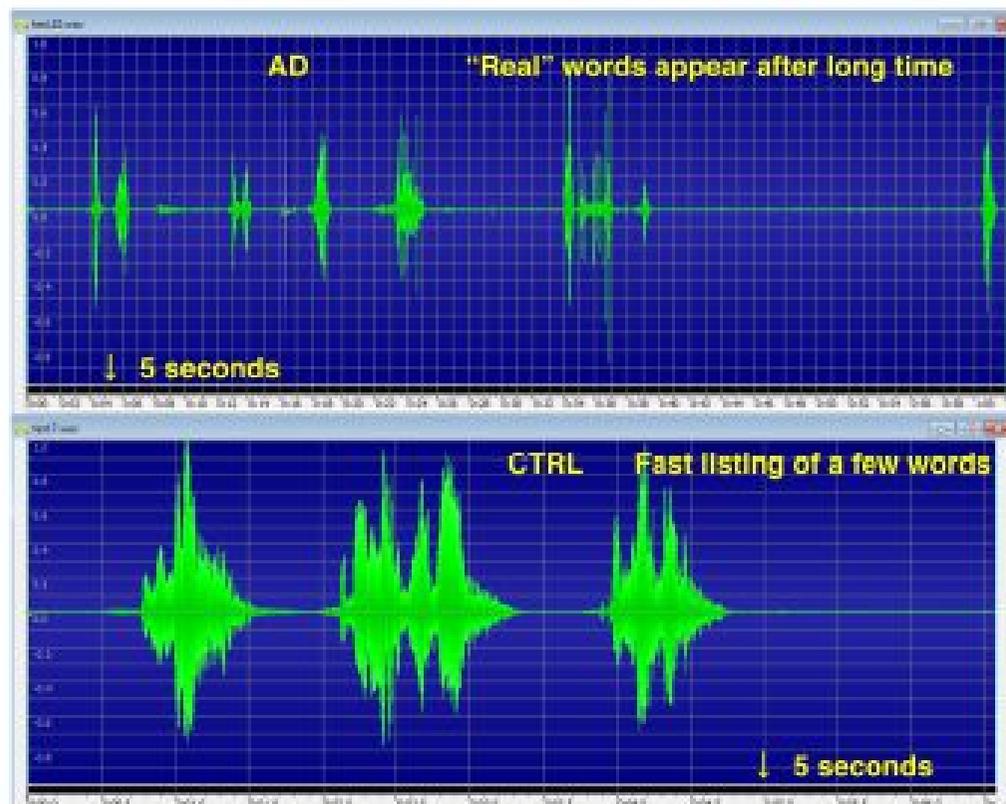
RECONNAISSANCE AUTOMATIQUE D'ACTIVITÉS

**ADL assessment using video
sensors
(FP7 Dem@Care project)**



- Mesures objectives
- Résultats en temps réel





Automatic speech analysis for the assessment of patients with predementia and Alzheimer's disease

Alexandra König^{a,b,c}, Aharon Satt^c, Alexander Sorin^c, Ron Hoory^c, Orith Toledo-Ronen^c, Alexandre Derreumaux^d, Valeria Manera^d, Frans Verhey^d, Pauline Aalten^d, Philippe H. Robert^{e,f}, Renaud David^{d,f}

^aResearch Unit CoRE - Cognitive Behavioural Technology, Edmond & Lily Safra Research Centre, University of Haifa, Safed, Haifa, Israel
^bAlzheimer Center Leiden, Wageningen University Medical Center, School for Mental Health and Neuroscience, Maastricht, The Netherlands
^cSpeech Technologies (SM Research), Haifa, Israel
^dCentre National de Recherches et de Recherches, CHU de Nice, Nice, France

SPEECH ANALYSIS

Characteristics and comparisons for HC, MCI, and AD groups

Variable	All subjects (n = 64)	HC (n = 15)	MCI (n = 23)	AD (n = 26)
Gender				
Female	34	9	13	13
Male	30	6	11	13
Age (y)	76 (70–82)	72 (60–79)	73 (67–79)	80 (71.75–86)
Education category				
Primary	10(64%)	2(15)	6(23)	10(26)
Secondary	10(64%)	4(15)	4(23)	11(26)
College	14(64%)	4(15)	7(23)	3(26)
University	13(64%)	5(15)	6(23)	2(26)
MMSE	25 (19.25–28) ^{1,2,3}	29 (29–30)	26 (25–27)	19 (16.75–21.25)
FAB	15 (12–17) ^{1,2,3}	17 (16–18)	15.5 (14.75–17)	11 (9–13.75)
IADL	4 (2–4) ^{1,2,3}	4 (4–4)	4 (3–4)	2 (1–3)
5 Word test	9 (7–10) ^{1,2}	10 (10–10)	9 (9–10)	7 (4.25–8)
Verbal fluency	13 (8.75–18) ^{1,2,3}	22.5 (17.75–25)	14 (11–14)	8.5 (6.75–11)
NPI total	3 (1–8) ^{1,2,3}	0 (0–1.25)	2 (1–6)	8 (4–10)
Apathy diagnostic	3(64)	0(15)	5(23)	15(26)
Apathy inventory	2 (2–4) ^{1,2}	0 (0–0)	2 (0–3)	4 (2–6)

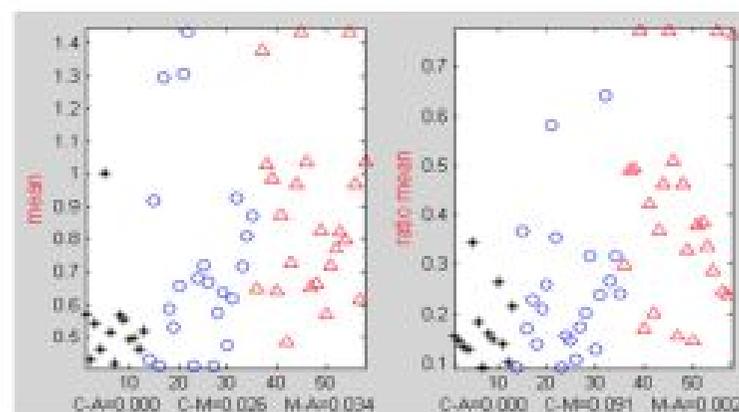


Fig. 4. Distributions and P values from Mann-Whitney U tests for silence durations. Horizontal axis designates the participant index. Black asterisks indicate healthy elderly controls; blue circles, those with mild cognitive impairment; and red triangles, those with Alzheimer's disease. The values for each class tended to be higher (or lower) than those in another class. Also shown are the P values for the three classification scenarios. The ratio mean (right) helped in distinguishing between those with mild cognitive impairment and Alzheimer's disease better than the plain arithmetic mean (left).

HC vs AD = 92% accuracy ; HC vs. MCI= 86% accuracy; MCI vs. AD = 86% accuracy

Detecting Apathy in Older Adults with Cognitive Disorders Using Automatic Speech Analysis

Alexandra König^{a,b}, Nicklas Linz^c, Radia Zeghari^a, Xenia Klinge^c, Johannes Tröger^c, Jan Alexandersson^c and Philippe Robert^a

^aCoBTeK (Cognition-Behaviour-Technology) Lab, Memory Center CHU, Université Côte d'Azur, Nice, France

^bINRIA Stars Team, Sophia Antipolis, Valbonne, France

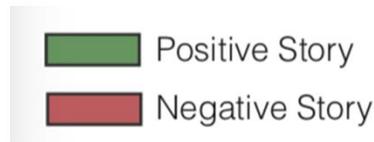
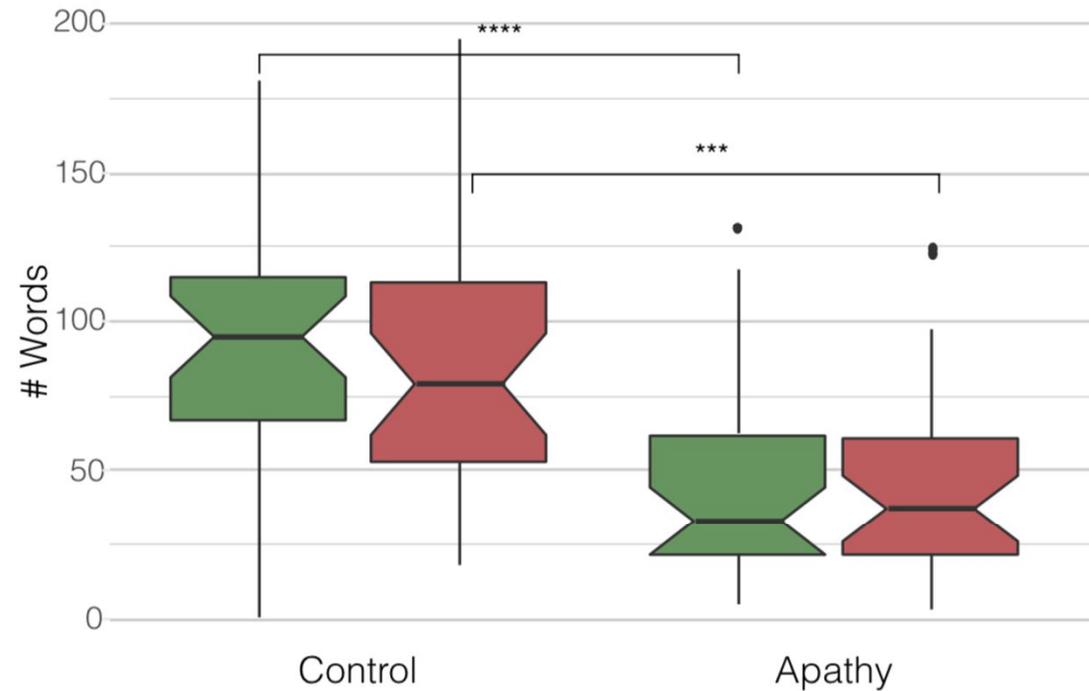
^cGerman Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Saarbrücken, Germany



Feature definition of acoustic markers. Name, definition, and intuition of features sorted by category is presented

Category	Feature	Definition	Intuition
Prosodic	F_0	Mean, Max, Min, Range, Variance and Standard deviation of F_0	Statistics over the perceived auditory pitch (speech melody)
	<i>Periodicity</i>	Mean, Max and Min cross-correlation of speech signal	Measure of the regularity of the speech signal
Formant	F_1-F_3	Mean and Variance of the first three formant frequencies	Indicative of the class of speech sound
	<i>Jitter</i>	Average absolute difference between consecutive signal periods, divided by the average period length	Indicative for a lack of control for vibration of the vocal cords
Source	<i>Shimmer</i>	Average absolute difference between the amplitudes of consecutive periods, divided by the average amplitude	Indicative for reduction of glottal resistance
	<i>Harmonics-to-Noise (HNR)</i>	Ratio between periodic components and aperiodic components comprising voiced speech	Measure of voice quality
	<i>Sounding segments</i>	Mean, Max and Standard Deviation of sounding segment lengths determined based on intensity	Statistics over length of connected speech segments
	<i>Pause segments</i>	Mean, Max and Standard deviation of silence segment lengths determined based on intensity	Statistics over length of continuous pause segments
Temporal	<i>Duration</i>	Total length of recording	Total length of recording
	<i>Speech duration</i>	Total length of all sounding segments	Amount of speech
	<i>Pause duration</i>	Total length of all silence segments	Amount of pause
	<i>Speech proportion</i>	Ratio of <i>Speech duration</i> and <i>Duration</i>	Proportion of recording participant is talking
	<i>Speech rate</i>	Ratio of number of syllables, detected using [38] and <i>Duration</i>	Measure of information density
	<i>Articulation rate</i>	Ratio of number of syllables, detected using [38] and <i>Speech duration</i>	Measure of speech tempo

	Control	Apathy
N	31	31
Gender (% male)	35%	45%
Age	77.74 (6.02)	79.00 (7.19)
MMSE	23.45 (3.85)	20.23* (4.86)
AI	1.03 (1.20)	5.68*** (1.74)
AI-Intr	0.42 (0.67)	2.39*** (0.88)
AI-Init	0.58 (0.81)	2.55*** (1.09)
AI-Affect	0.03 (0.18)	0.74*** (1.00)
NPI-Apathy	1.00 (1.55)	5.97*** (3.29)
NPI-Depression	0.94 (1.67)	1.45 (2.49)
NPI-Anxiety	1.74 (2.63)	2.90 (3.36)



For males, significant differences between apathy and non-apathy subjects can be seen in temporal features for both the negative and positive story

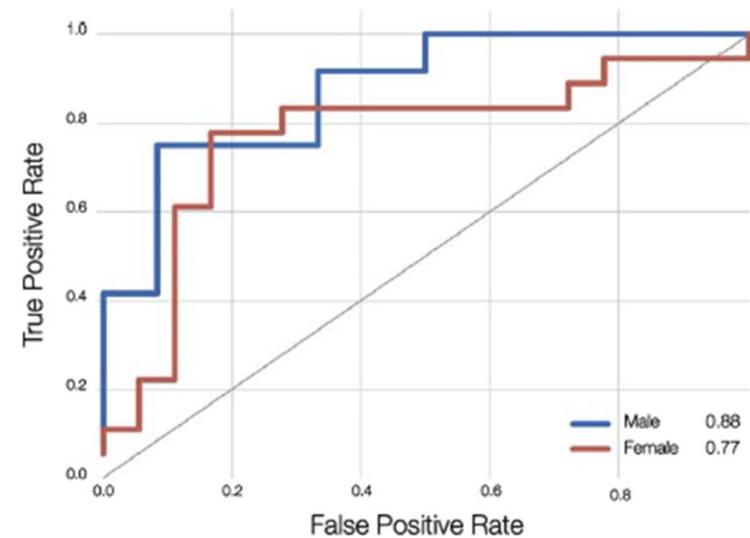
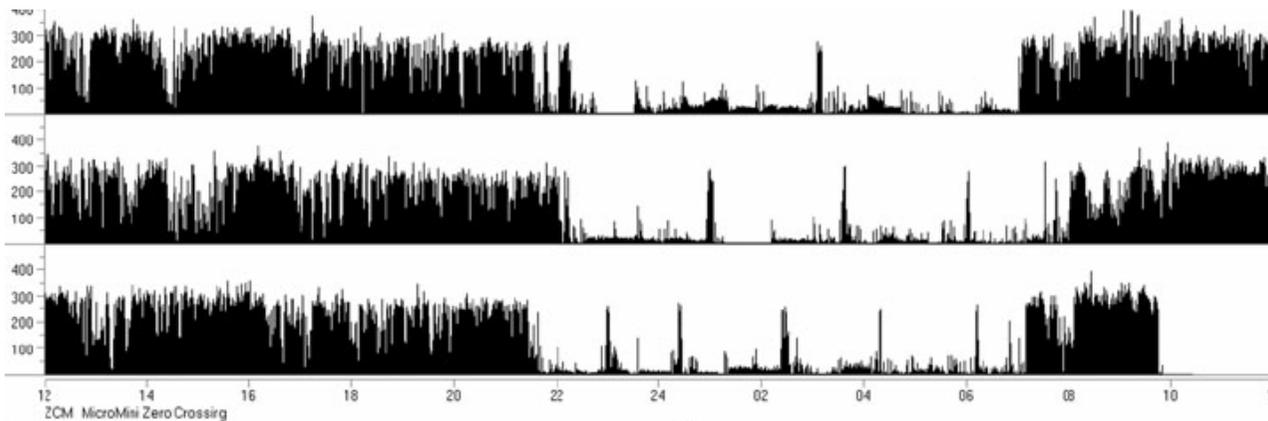


Fig. 2. Receiver Operator Curve (ROC) of classifiers trained to detect apathy from speech. The blue and red lines represent classifiers trained and evaluated on the male and female populations respectively. Area under the curve (AUC) is reported in the legend.

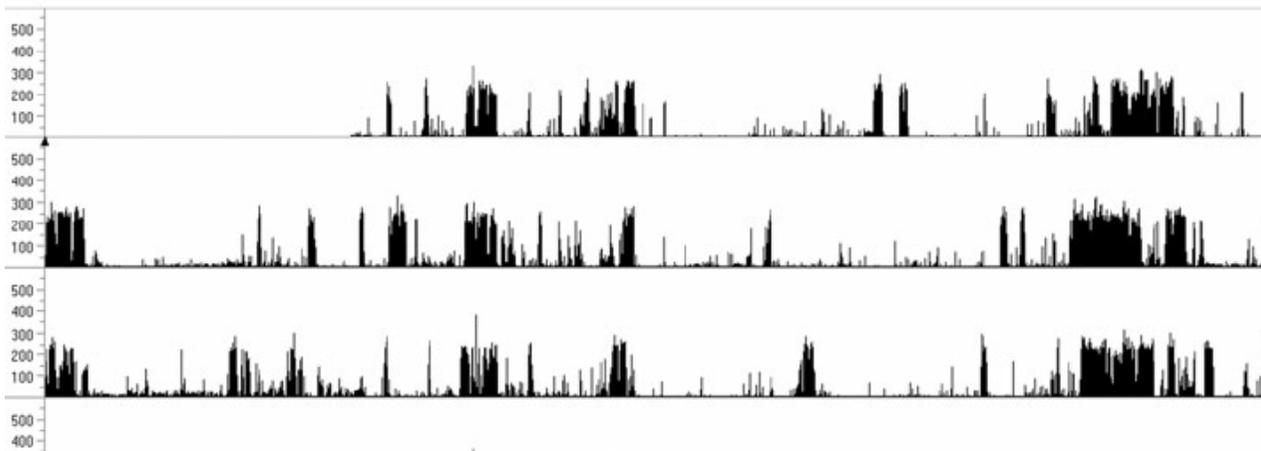
ACTIGRAPHY

Decreased Daytime Motor Activity Associated With Apathy in Alzheimer Disease: An Actigraphic Study

*Renaud David, M.D., Emmanuel Mulin, M.D., Leab Friedman, Ph.D.,
Franck Le Duff, M.D., Ph.D., Edyta Cygankiewicz, M.D., Olivier Deschaux, Ph.D.,
Rene Garcia, Ph.D., Jerome A. Yesavage, M.D., Philippe H. Robert, M.D., Ph.D.,
Jamie M. Zeitzer, Ph.D*



- Apatie;
- Depression;
- Agitation;
- Fragilité



ACTIGRAPHIE

Subjects: 10 healthy controls (HC), 19 Mild NCD (9 socially apathetic, 10 non apathetic)

Protocol: Subjects are asked to reach towards and grasp a can to:

- I. Place it to a target area (**IND** condition)
- II. Pass it to a partner (**SOC** condition)



- HC and non-apathetic NCD subjects showed kinematic differences (velocity, acceleration) between IND and SOC conditions
- Socially apathetic participants did not show differences in velocity/acceleration between conditions

RÉALITÉ VIRTUELLE



- Détection précoce des déficits cognitifs grâce à l'évaluation des déficits de représentation de l'information spatiale et de la navigation spatiale (Serino et al., 2015; Tarnanas et al., 2015)
- Tests écologiques d'autonomie en ADL avec mesure de paramètres objectifs

ATTENTION ET RÉALITÉ VIRTUELLE



Version papier



Version RV

Immersion virtuelle et sensorielle qui combine :VR, musique et stimulation olfactive

1. Point de départ à partir de l'état de base de la personne (situation réaliste).



2. Envol sur une île: début de l'immersion.



3. Réduction progressive.



4. Phase basse: relaxation maximale avant retour à la réalité.



REL@X

Rilassazione grazie alla realtà virtuale per pazienti con o senza disturbi cognitivi.



Immersion virtuelle et sensorielle qui combine :VR, musique et stimulation olfactive

1. Point de départ à partir de l'état de base de la personne (situation réaliste).



2. Envol sur une île: début de l'immersion.



3. Réduction progressive.



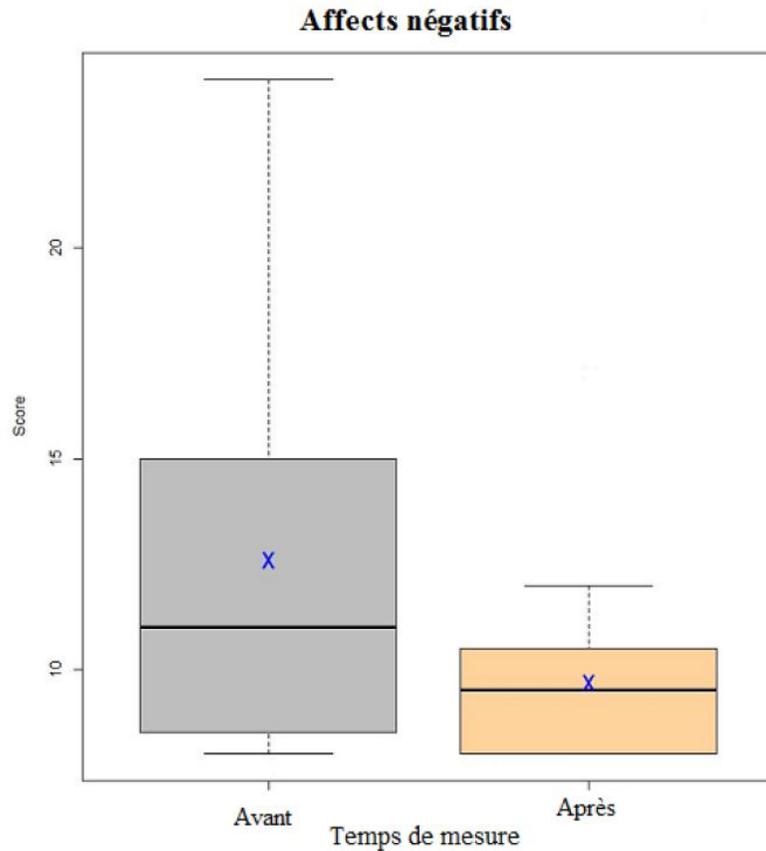
4. Phase basse: relaxation maximale avant retour à la réalité.



REL@X

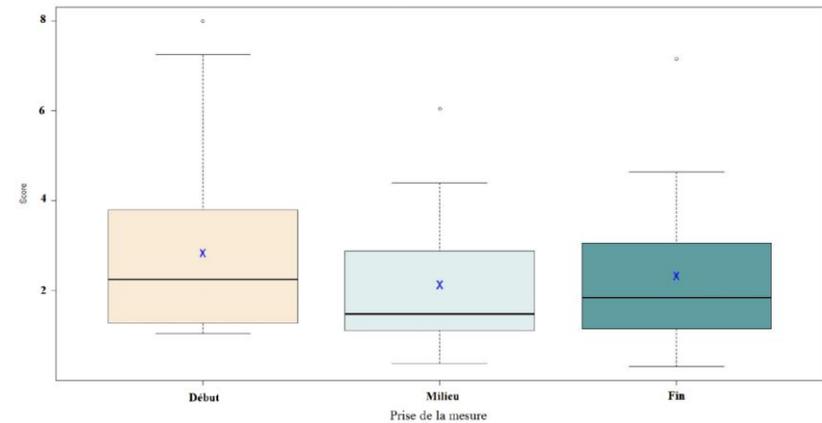
Rilassazione grazie alla realtà virtuale per pazienti con o senza disturbi cognitivi.

Rel@x, les premiers résultats (N=20 MA léger): Une diminution des affects négatifs dans la PANAS et une diminution de la conductance cutanée.



		Moyenne	Ecart-type	Médiane	[Q1 ; Q3]	p-valeur*
Affects négatifs	Avant	12,60	[4,83]	11,00	[8,75 ; 15,00]	0,002
	Après	9,70	[2,23]	9,50	[8,00 ; 10,25]	

Conductance cutanée,
représentative du niveau
d'anxiété.

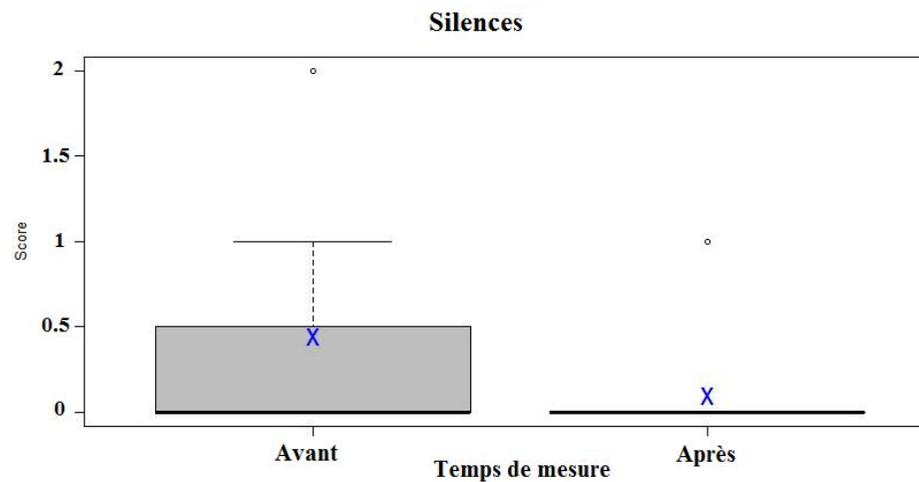


	Moyenne	Écart-type	Médiane	[Q1 ; Q3]	p-valeur
Début	2,84	[2,00]	2,25	[1,28 ; 3,62]	<,001**
Milieu	2,14	[1,47]	1,47	[1,11 ; 2,80]	0,067***
Fin	2,34	[1,69]	1,84	[1,15 ; 3,02]	0,013****

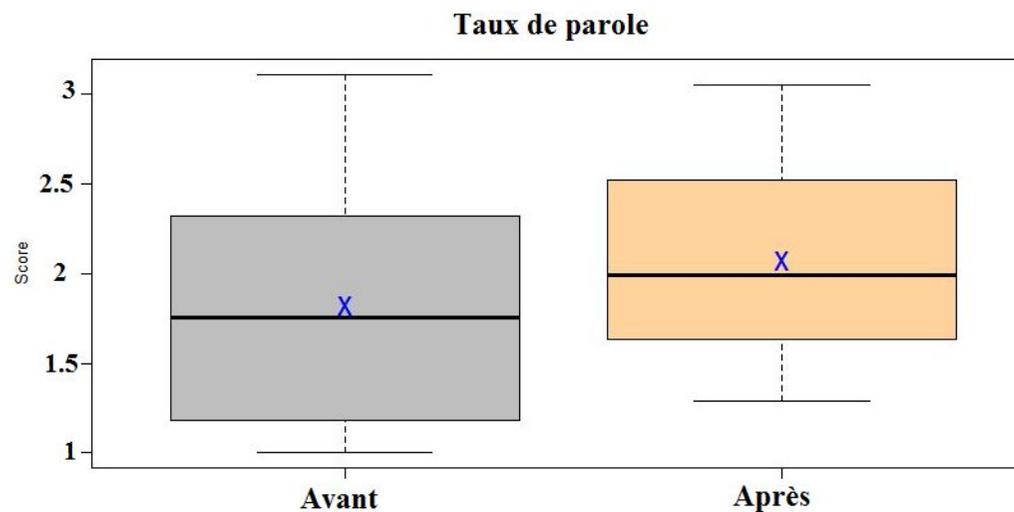
Début/milieu *Milieu/fin ****Début/fin

Rel@x, les premiers résultats (N=20):

Une amélioration de le fluence et de la fluidité du langage post immersion.



$p=0,086$



$p=0,064$

MÉDITATION PLEINE CONSCIENCE

N'est pas :

- Une pratique de relaxation
- Une méthode pour faire le vide dans sa tête
- Une démarche religieuse ou spirituelle
- Une longue et profonde réflexion

• Efficacité reconnue entre autres dans :

- la prévention des récives dépressives
- le traitement du trouble anxieux généralisé

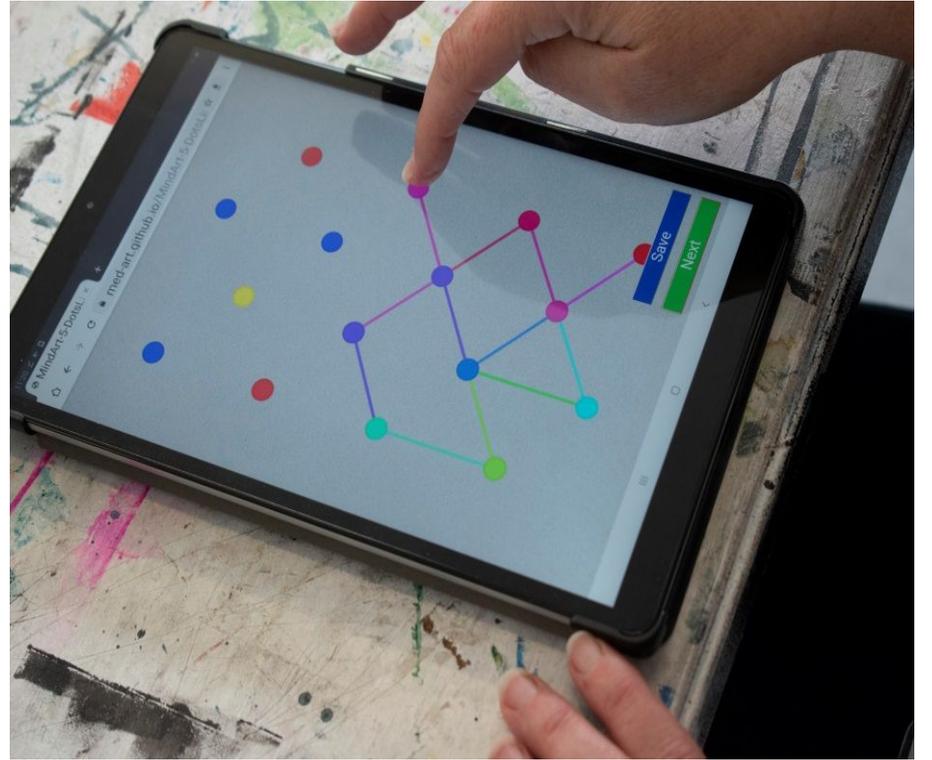
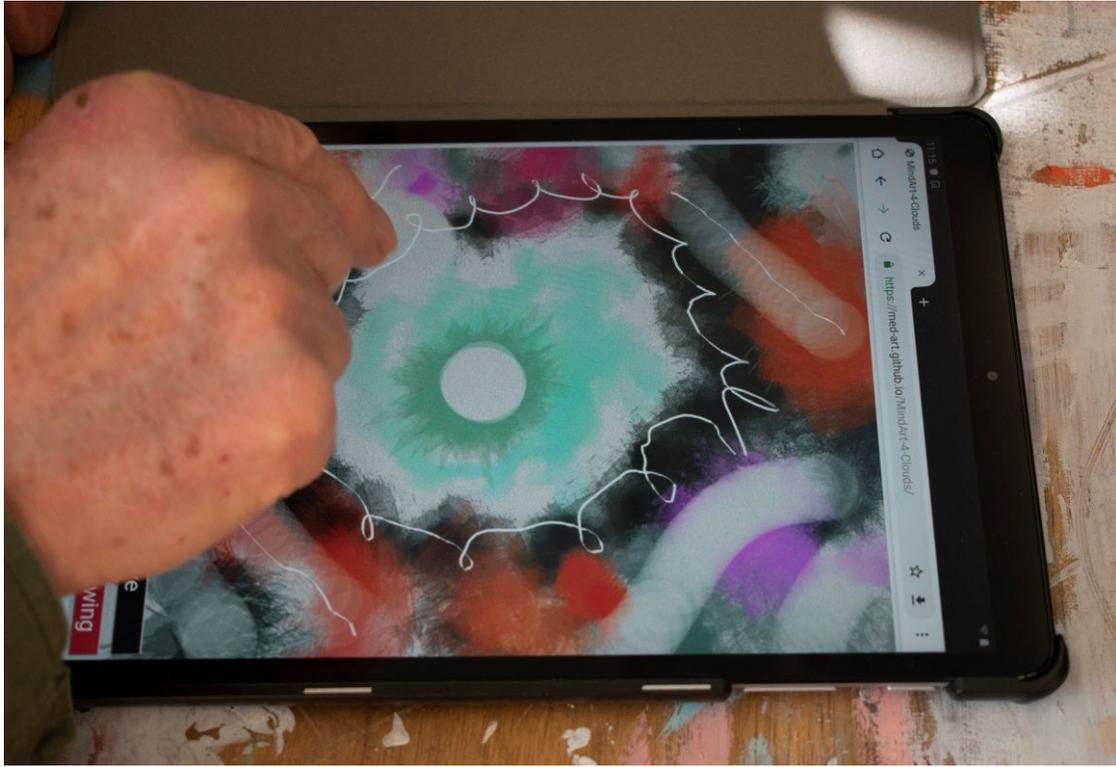
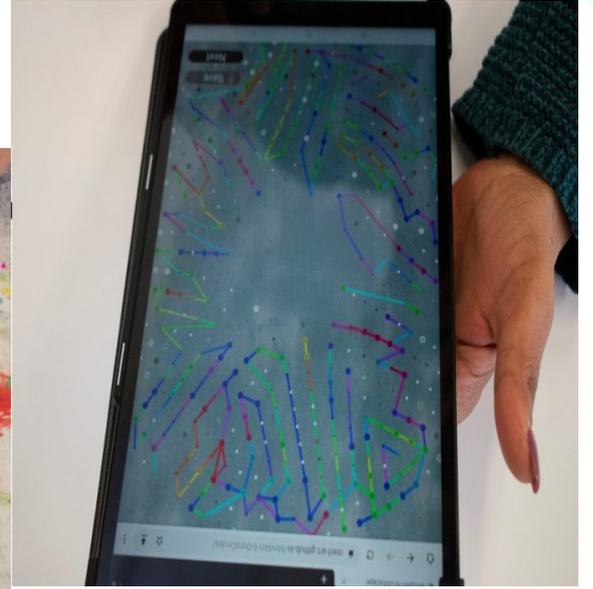
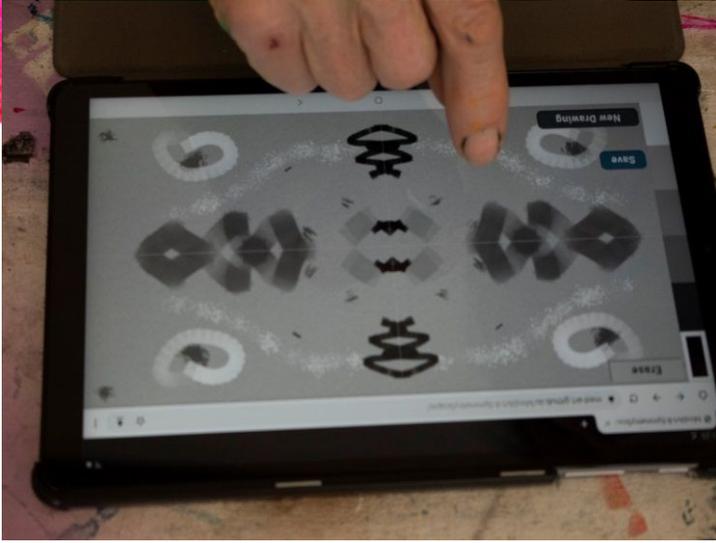


UN EXEMPLE : MINDART

<https://med-art.github.io/MindArtMaster/>

- Projet en cours au sein du CMRR de Nice
- Double prise en charge : patients Alzheimer et leurs aidants par la méditation pleine conscience et l'art thérapie





LE DÉFI DU NUMÉRIQUE EN SANTÉ : POURQUOI A-T-ON BESOIN DE LA MODÉLISATION ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ?

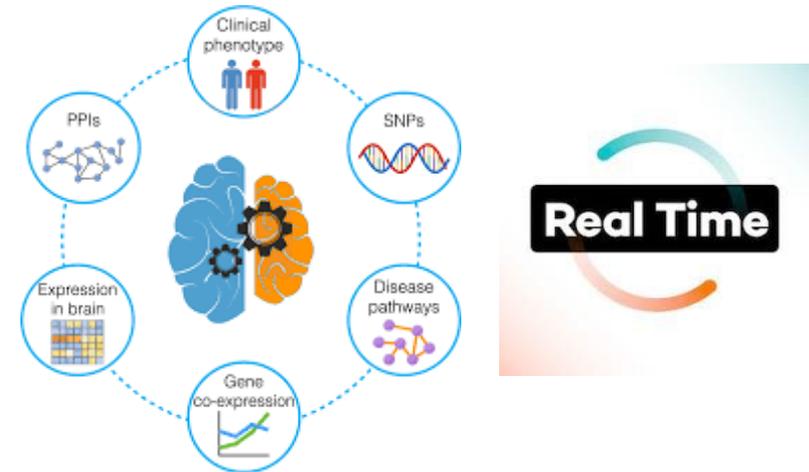
Beaucoup des données



Inhabituelles



Hétérogènes En temps réel



<http://www.innovation-alzheimer.fr/mnc3/>

Médecine Numérique Cerveau Cognition Comportement



- Identifier les paramètres le plus pertinents ;
- Les extraire et les analyser automatiquement ;
- Intégrer des données différentes
- Adapter en temps réel
- **Donner au clinicien un résumé informatif et compréhensible !**