



**Biomarqueurs vocaux et COVID Long**  
**Aurélie Fischer**  
Deep Digital Phenotyping research unit  
- LIH



LUXEMBOURG  
INSTITUTE  
OF HEALTH



Département de santé  
de précision (DOPH)  
9 unités de recherche



Equipe de recherche  
Deep Digital Phenotyping



**Santé digitale /  
biomarqueurs vocaux**



**Guy Fagherazzi, PhD,  
ADR**

- ▶ Directeur de  
département et d'équipe  
DDP



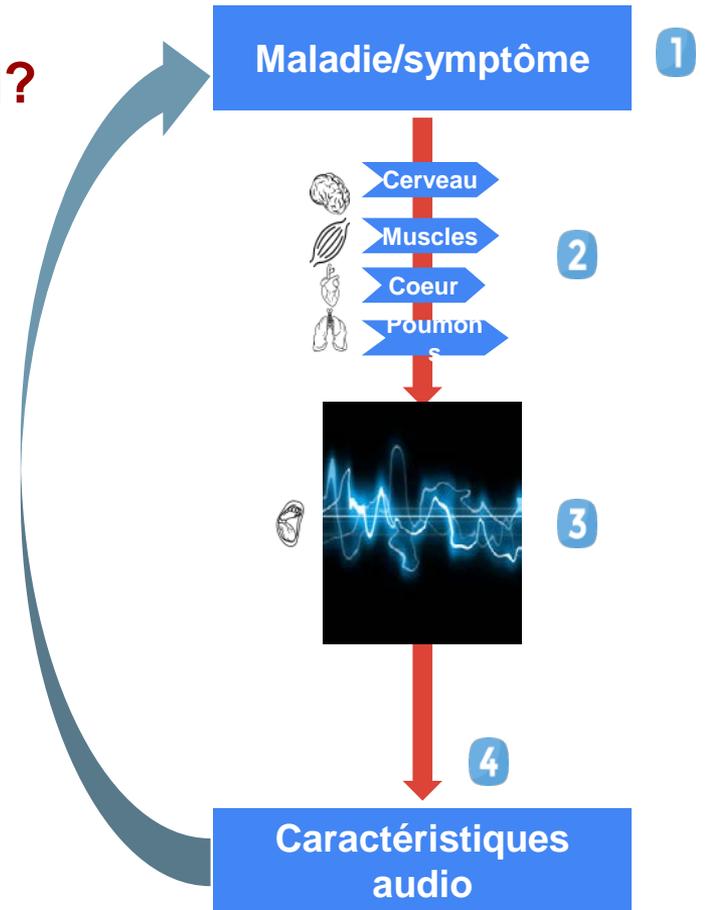
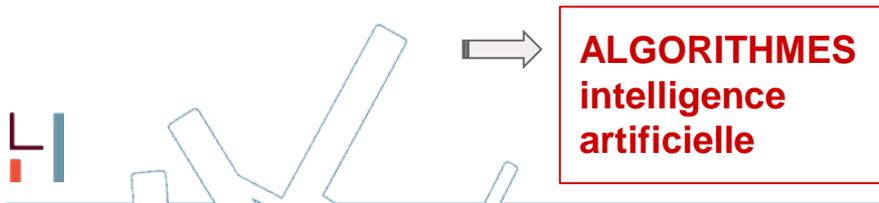
# Pourquoi la voix?

- **Moyen de communication le plus efficace et le plus naturel pour interagir**
- Contient de nombreuses informations sur l'état de santé
- **Facile à collecter : uniquement besoin d'un micro**
- Ressource digitale peu chère et largement disponible (la majorité des personnes ayant aujourd'hui un smartphone ou un assistant vocal)

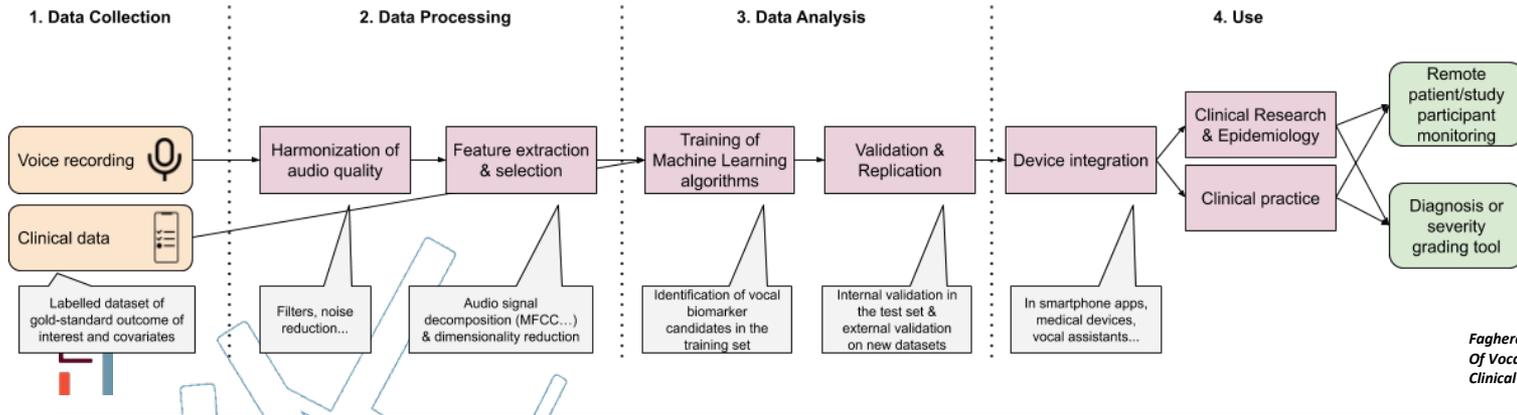
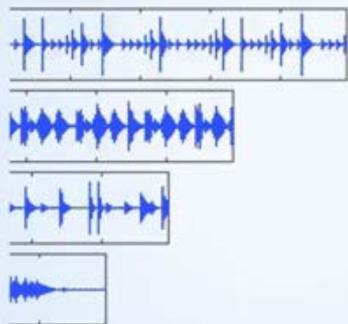


# Qu'est-ce-qu'un biomarqueur vocal?

- ❑ Caractéristique ou ensemble de caractéristiques de la voix associée(s) à un symptôme ou une maladie
- ❑ Caractéristiques basiques (mélodie, amplitude, fréquence etc..) + caractéristiques non perceptibles à l'oreille humaine



# De l'enregistrement vocal au biomarqueur vocal



Fagherazzi et al. *Voice For Health: The Use Of Vocal Biomarkers From Research To Clinical Practice*. *Digital Biomarkers* 2021



# Collecte données vocales

## Types d'enregistrements

Lire texte prédéfini (de  
Déclaration des Droits de  
l'Homme)

Dire voyelle (AAAAAAA)  
le plus longtemps possible  
en une seule respiration

Tousser 3 fois

Respirer profondément 3 fois

Compter de 1 à 20 à vitesse  
normale

## Exemples



**Maladies neurodégénératives** (Parkinson)



**Santé mentale** (Dépression, schizophrénie)



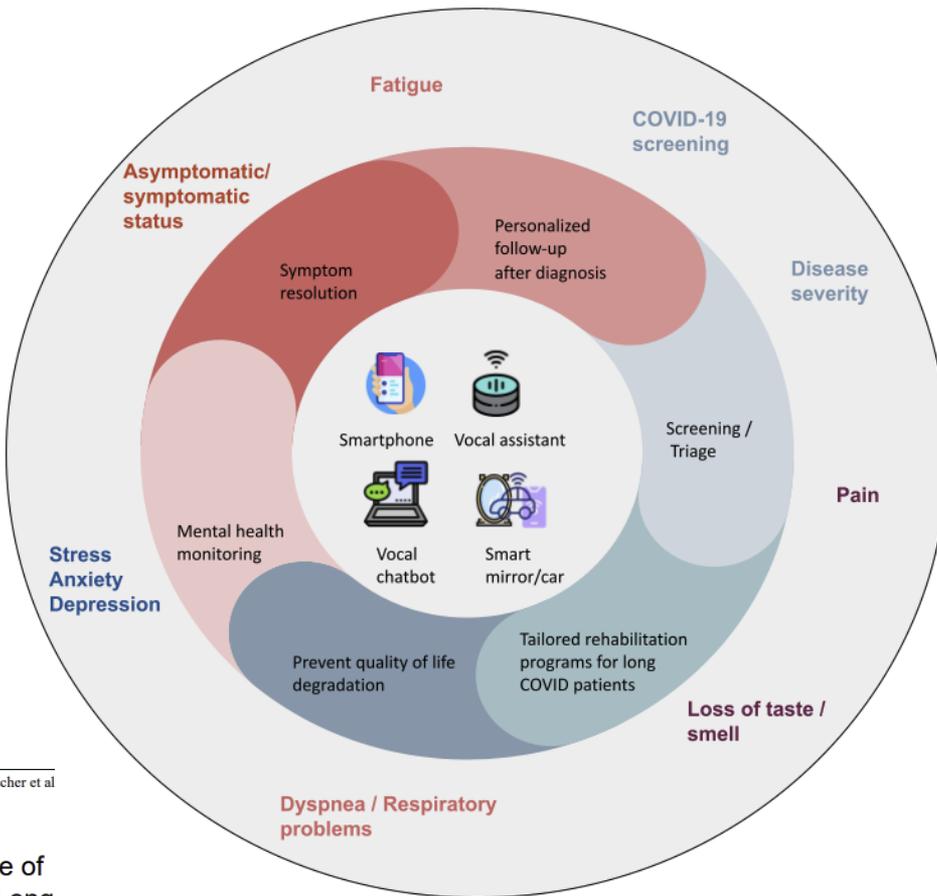
**Diabète**



**Santé respiratoire** (Hypertension pulmonaire, COVID-19..)

- Plusieurs BV publiés
- Intégration dans diverses app en cours d'évaluation

# Différents cas d'usage des biomarqueurs vocaux pour monitoring de symptômes du COVID et du COVID Long



# Développement de biomarqueurs vocaux symptômes COVID



# RESSOURCES



Cohorte prospective, longitudinale de personnes avec une infection COVID-19 documentée

Suivi max 24 mois

Collecte de données cliniques, échantillons biologiques et enregistrements voix



étudier les **conséquences à long terme sur la santé de** Covid-19



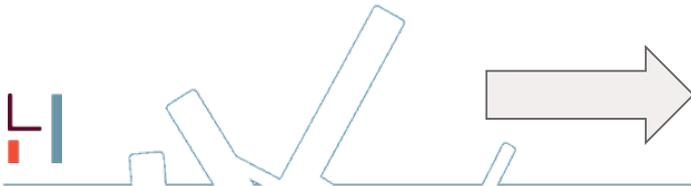
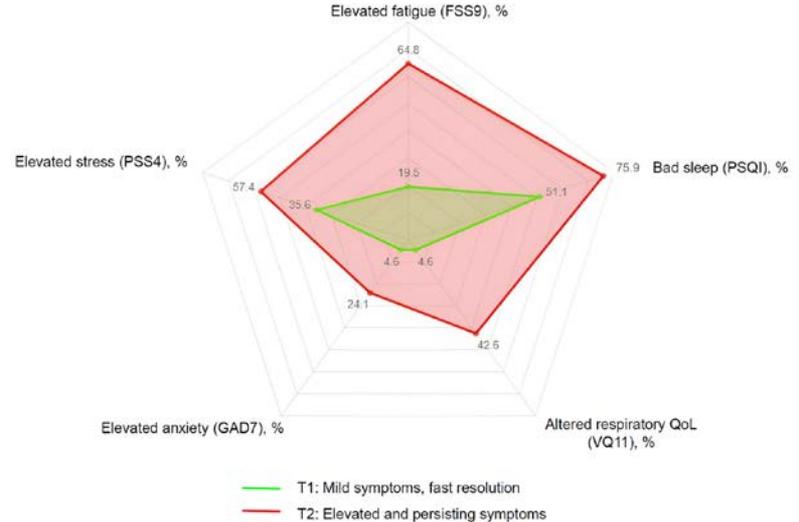
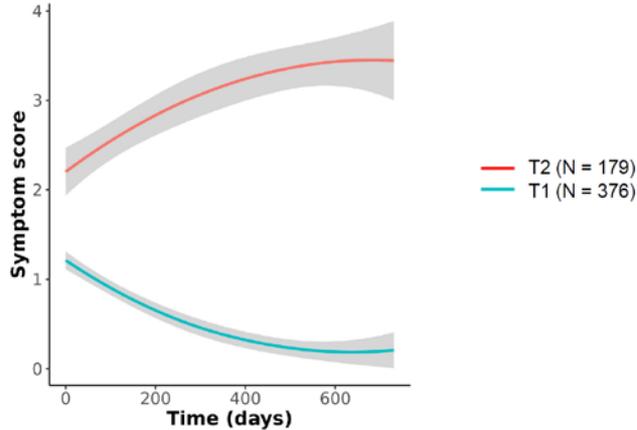
mieux comprendre les **trajectoires de symptômes**



identifier **biomarqueurs vocaux de symptômes liés à** Covid-19 et Covid Long



## Evolution depuis l'infection initiale jusque 2 ans après (Predi-COVID)



- 30% de participants dans trajectoire haute
- Impact important sur qualité de vie
- Besoin d'un support au quotidien



## Discovery and Analytical Validation of a Vocal Biomarker to Monitor Anosmia and Ageusia in Patients With COVID-19: Cross-sectional Study

Eduardo Higa <sup>1</sup>; Abir Elbéji <sup>1</sup>; Lu Zhang <sup>2</sup>; Aurélie Fischer <sup>1</sup>; Gloria A Aguayo <sup>1</sup>; Petr V Nazarov <sup>2</sup>; Guy Fagherazzi <sup>1</sup>

- Identification de candidats biomarqueur vocaux
- >6000 enregistrements de plus de 400 participants Predi-COVID



Toux, dyspnée

Qualité de vie respiratoire



Santé mentale

Douleur



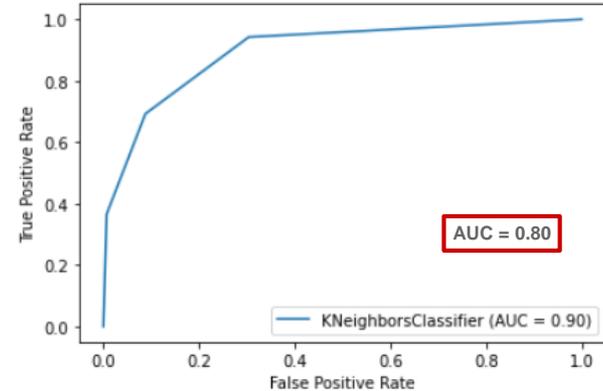
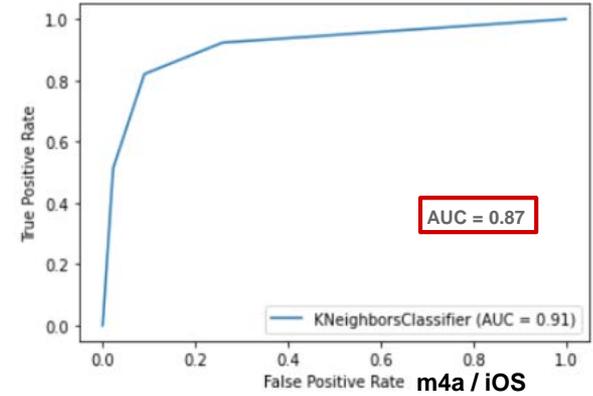
Perte goût/odorat

Statut symptomatique ou asymptomatique



Fatigue intense

3gp / Android





**Comment amener les BV vers une utilisation  
concrète?**

# Développement d'une application digitale de suivi de symptôme intégrant la voix

## Implication des patients et professionnels de santé

- **co-chercheurs**
- **participants**



1/ identifier les attentes, les craintes, les barrières et les leviers concernant utilisation de la voix

2/ co-construire une solution digitale basée sur la voix pour suivre à distance des symptômes lié au COVID Long (CL)

**Etude UpcomingVoice : Méthodes mixtes** (Enquête, entretiens individuels, groupes de discussion)

## Quelques éléments clés

**77.6%** des personnes avec un CL intéressées ou très intéressées dans une application digitale basée sur les BV pour suivre leur santé

**78%** des professionnels de santé ont déclaré qu'une telle application de santé serait utile ou très utile pour les personnes avec un CL, déjà prises en charge ou non



## ATTENTES

- Réduire le nombre de visites médicales
- Permettre une meilleure identification et suivi des symptômes
- Evaluer l'efficacité d'une prise en charge médicale
- Améliorer la communication patients - professionnels de santé
- Recevoir des informations ou conseils validés



# Contenu attendu

## Suivi des symptômes

- Liste de symptômes (pour aider identification)
- Auto-évaluation de l'intensité
- Questionnaires standardisés

## Journal médical et de vie

- **quotidienne** importants
- Evénement de vie de tous les jours (Sommeil, activité physique, alimentation, événement stressant..)

## Ressources

- Informations sur CL
- Conseils pour gérer symptômes
- Exercices rééducation
- Contacts de réseaux spécialisés + associations patients

## Représentation graphique

- Identifier corrélations entre événement et amélioration ou dégradation symptôme
- Rapport PDF

## Voix

- Dictée vocale
- BV pour évaluation un peu plus objective des symptômes (comparatif avec auto-évaluation et questionnaires)



# Long COVID Companion



Long Covid Companion

Accueil Agenda Evolution Profil

Hello Aurélie ! Conquérrant

**Ma journée** Lundi 6 mai

**Ma santé** Vous vous trouvez en moyenne forme aujourd'hui ✓

**Mes symptômes** ✓

Fatigue Anxiété Douleurs musculaires ou articulaires

**Mon journal vocal** ✓ Vous avez 1 enregistrement vocal

**Journal médical** + Aucun événement médical aujourd'hui

**Événements de vie** + Aucun événement de vie aujourd'hui

**Questionnaires**

<b>Fatigue</b> FSSP Réalisé 1 fois 5 min	<b>Anxiété</b> GAD7 Réalisé 1 fois 5 min	<b>Essoufflement</b> mMRC Réalisé 1 fois 1 min	<b>Stress</b> PSS4 Réalisé 1 fois 2 min
<b>Qualité de vie respiratoire</b> VQ11 Réalisé 1 fois 5 min	<b>Sommeil</b> RUSATED Réalisé 0 fois 2 min	<b>Bien-être</b> WHO-5 Réalisé 2 fois 5 min	

## Derniers symptômes

Essoufflement

## Symptômes généraux

Fatigue



Anxiété

Dépression

Sueurs/frissons

Fièvre

Insomnie

Perte d'appétit

Perte de poids involontaire (plus de 3 kg)

Sensation de soif récurrente

Picotements / fourmillements / engourdissements dans les membres ou sur la peau

Douleurs musculaires

Maux de dos

Allergie nouvelle

Perte de cheveux

Perte de sensibilité

Suivant



# Long COVID Companion - Ressources

**Ressources** [Voir tout](#)

Informations sur le Covid Long



**Site Covid Long de Santé.fr**

Un nouvel espace dédié au Covid long avec des contenus conçus et rédigés avec l'aide de patients, d'experts scientifiques, d'experts cliniciens et des administrations fra...



**AprèsJ20 - Association Covid Long France**

Explications sur le Covid Long, les droits des patients, références bibliographiques, recherches en cours...



**Haute autorité de santé**

Fiches détaillées par symptôme et informations sur les différentes prises en charge (en français et en anglais)

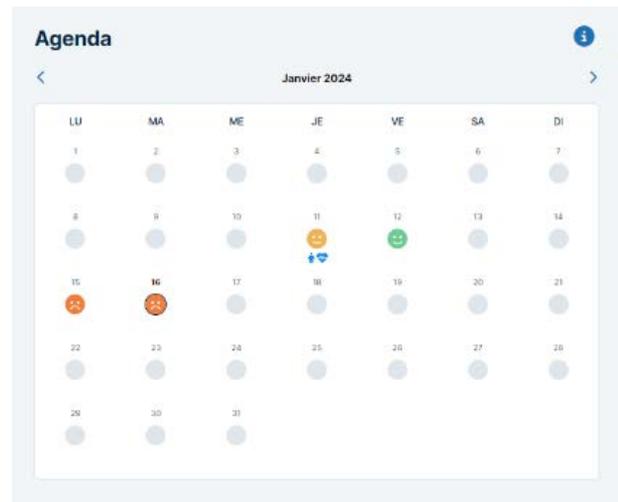
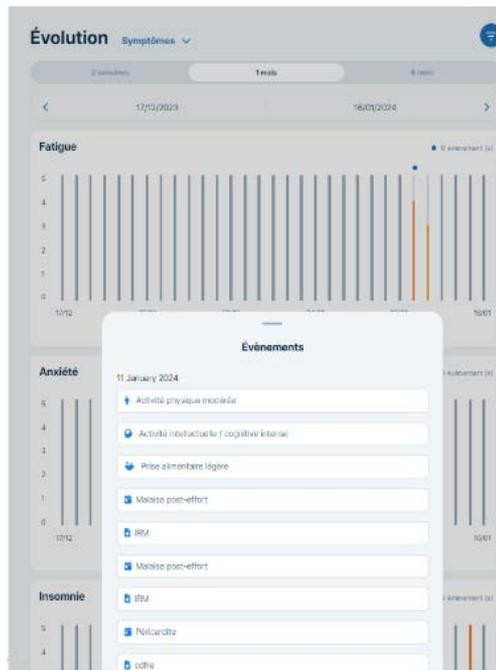
Une question sur le Covid Long ?



Chatbot ELISA  
(Kyomed Innov)



# Long COVID Companion - Rapports





## *Message à retenir*

- ❖ 1ère app de ce type accessible à tous, en 3 langues (Français, Anglais et Allemand) en France voire Europe
- ❖ BV = technologie prometteuse pour le suivi des symptômes, le screening des patients CL, en complément des autres méthodes (accepté ++)
- ❖ Besoin d'études complémentaires pour
  - ❖ validation des BV
  - ❖ Evaluation du bénéfice de l'utilisation de Long COVID Companion sur suivi et santé
- ❖ Recherche de financements pour pérenniser et améliorer l'app (modules non présents comme exercices de rééducation, conseils symptômes personnalisés, intégration des BV)

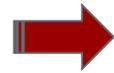


Création d'une cohorte **virtuelle** de personnes avec un **COVID long**, pour **continuer la recherche**

- 700 utilisateurs
- >2500 questionnaires complétés
- ~ 300 enregistrements de voix



Aidez-nous à diffuser l'app



[app.longcovidcompanion.org](https://app.longcovidcompanion.org)



**MERCI!!**



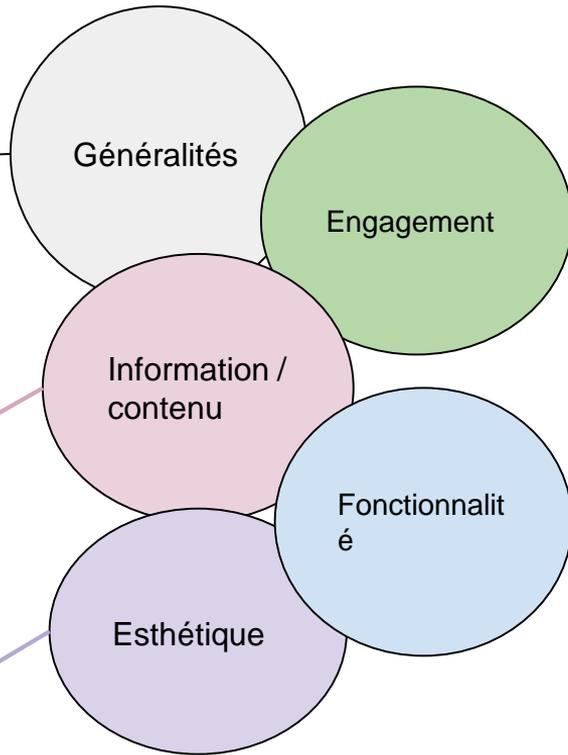
Merci!  
Questions?



- Utilité/intérêt
- Besoins des personnes CL
- Acceptabilité utilisation BV
- Craintes/Barrières
- Cas d'usage (Symptômes à suivre, pour évaluer rééducation? Aggravation? )
- Avantages

- Inclure informations?
- Sur BV? sur Covid?
- Explications réalisation enregistrements, fonctionnement d'un BV?
- Proposer exercices rééducation?

- Couleurs?
- **Visualisation résultats**
- Photos? Videos? Images?
- Affichage statique ou dynamique



- Personnalisation (Avatar, notifications, sons, taille affichage..)
- Interactivité (possibilité de donner son avis, forum?, envoi de rappels, chat autres utilisateurs?..)
- Fun

- Types enregistrements
- Fréquence enregistrements
- Partage données avec professionnel de santé ou famille
- Questionnaires?
- Partage de données, synchronisation avec autre appli de santé ou medical device?
- Système alertes?
- Affichage calendrier
- Inclure plan de rééducation
- Statistiques (historique)
- Possibilité utilisation offline

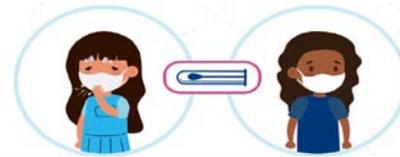


# Biomarqueur résolution de symptomes

Prediction précise du statut symptomatique  
simplement basé sur enregistrement de voix  
de 25 seconds

Permet un monitoring facile de la résolution  
de symptôme en vraie vie

*A Voice-Based Biomarker for Monitoring Symptom Resolution in Adults with  
COVID-19: Findings from the Prospective Predi-COVID Cohort Study.*  
Fagherazzi et al. (<https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000112>)



## Symptomatique vs. Asymptomatique

