

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Un nouveau moyen pour décentraliser
la prise en charge des maladies
respiratoires

Prof. A Gervaix



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**



LES MALADIES RESPIRATOIRES



Le **poumon** est l'organe interne le plus **vulnérable** aux infections et aux attaques de l'environnement extérieur parce qu'il est continuellement exposé:

**Micro-
Particules**



**Solvants
volatils**



**Organismes
infectieux**



LES MALADIES RESPIRATOIRES

UN IMMENSE FARDEAU POUR LES SYSTEMES DE SANTE

BPCO*

> 200 mo de personnes atteintes
> 3mo de décès/an

Asthme

> 260 mo de personnes atteintes
1^{ere} maladie chronique de l'enfant

Pneumonie

1^{ere} cause de mortalité chez < 5a
1 enfant meurt toutes les 40 sec

Tuberculose

10.6mo de nouveaux cas en 2021
1.6mn de décès la même année

Bronchiolite

1^{ere} cause d'hospitalisation chez les enfants < 2 ans

	Direct Costs (€ bn)	Indirect Costs (€ bn)	Monetized value of DALYs lost (€ bn)	Total Costs (€ bn)
COPD	23.3	25.1	93.0	141.4
Asthma	19.5	14.4	38.3	72.2
Lung cancer	3.35	NA	103.0	106.4
TB	0.54*	+	5.37	5.9
OSAS	5.2	1.9	NA	7.1
Cystic fibrosis	0.6	NA	NA	0.6
Pneumonia/ARLI	2.5	NA	43.5	46.0
Total:	55.0	41.4	283.2	379.6



*BPCO = Broncho-pneumopathie chronique obstructive

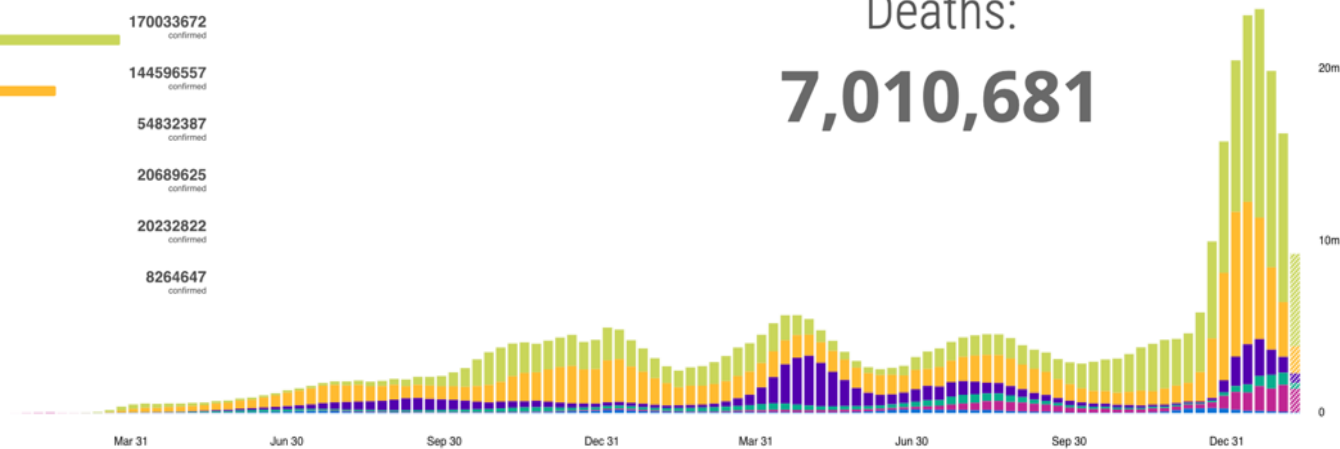
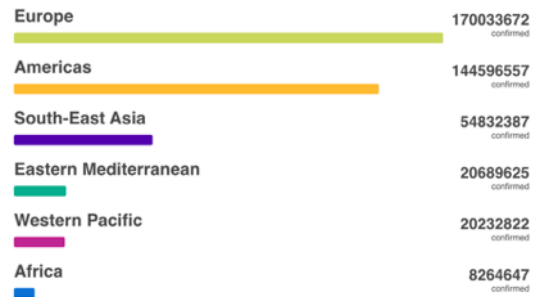
UNE PANDEMIE RESPIRATOIRE COVID-19



Coronavirus Cases:
704,753,890

Deaths:
7,010,681

Situation by WHO Region



Perturbation ++ des soins , impact social , coûts incalculables

LE PROBLEME

Le stéthoscope n'a quasiment pas évolué en > 2 siècles, rendant le diagnostic auscultatoire très aléatoire



1816



1960



1975

- L'interprétation des sons pulmonaires est une compétence hautement subjective
- La variabilité entre les auditeurs limite l'interopérabilité
- La précision varie en fonction de l'expérience et des spécialités médicales

Ann Thorac Med. 2015;10(3):158–68.

- Les divergences apparaissent également en raison d'un manque de normalisation dans la nomenclature des sons

PLoS ONE. 2019;14(8):e0220606.

Docteurs



Docteurs

Autres
professionnels
de la santé



Pharmacien.es



Infirmiers.es



Agent de santé

Patients



Jeunes



Parents



Actives



Seniors

LE PROBLEME

L'ABSENCE D'OUTILS SIMPLES DE MONITORING



Parents / Patients



Stress



Pharmacien.es



Infirmier.es



Médecins

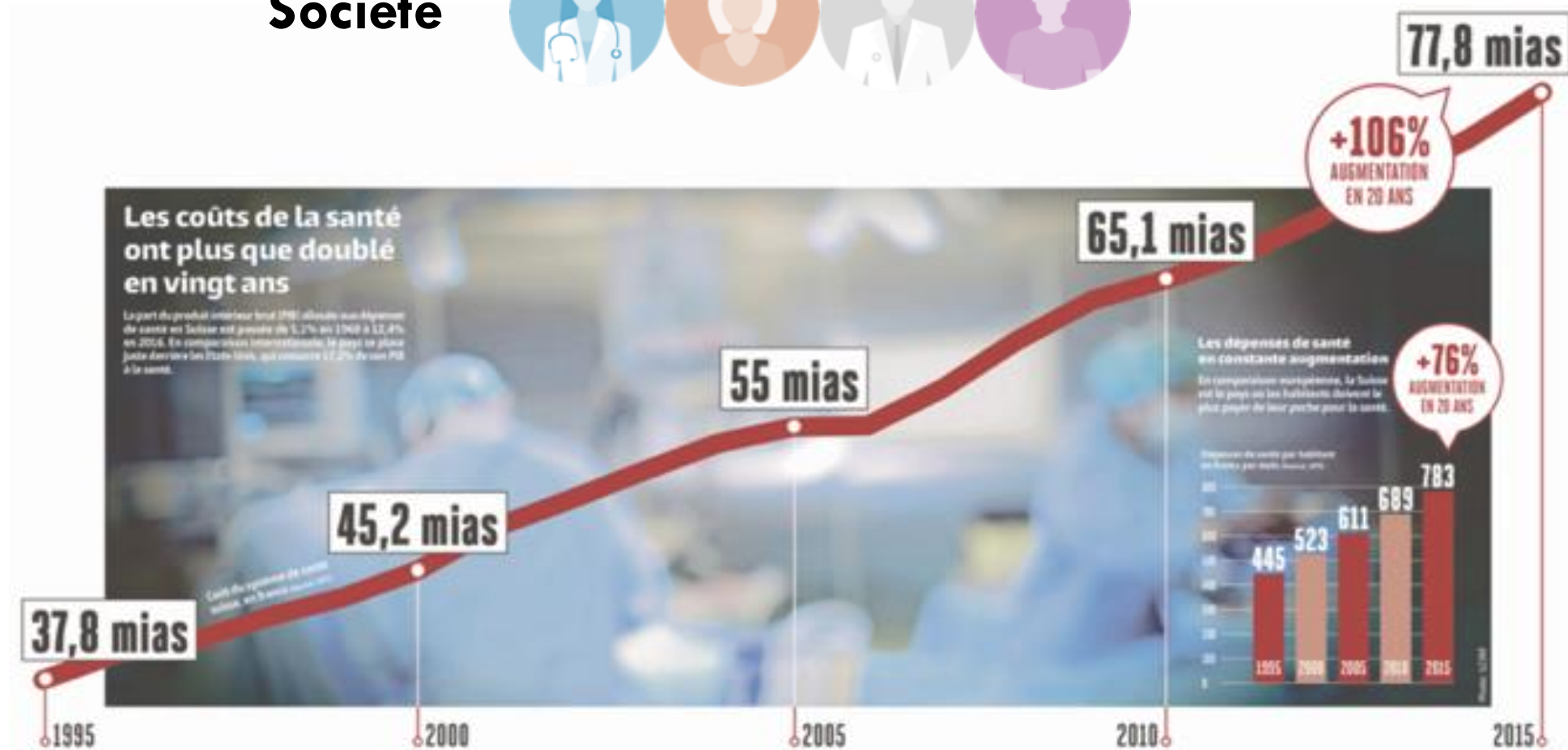


Epuisement

LE PROBLEME

RECOURS SYSTEMATIQUE AUX SERVICES DE SANTE

Société





OBJECTIF

Décentraliser la prise en charge de maladies respiratoires

NOTRE IDEE

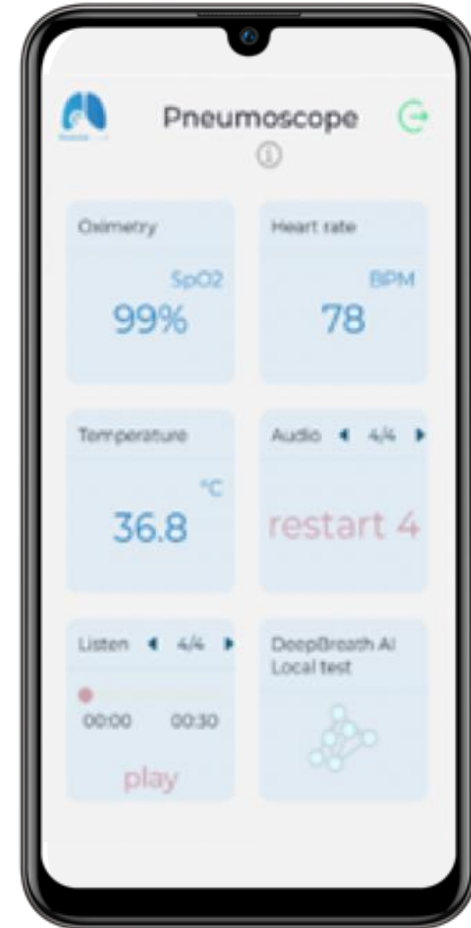
LE SHAZAM® DU POUMON



Sons pulmonaires



Analyse par **intelligence artificielle** en temps réel



Diagnostic et stratification de la gravité

LA SOLUTION

Pneumoscope™



Dispositif multi-senseurs

Stéthoscope digital, Oxymètre de pouls, Thermomètre



Modèles IA

Asthme, BPCO, Pneumonie, Bronchite, ...

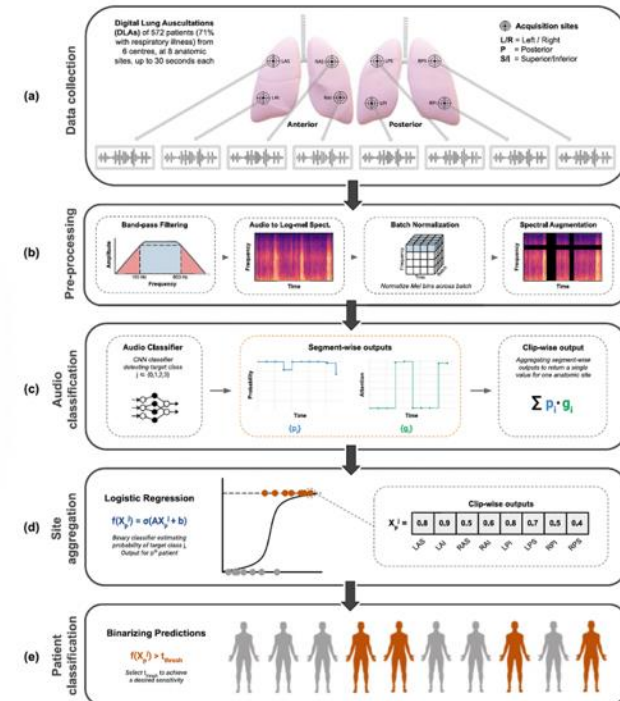
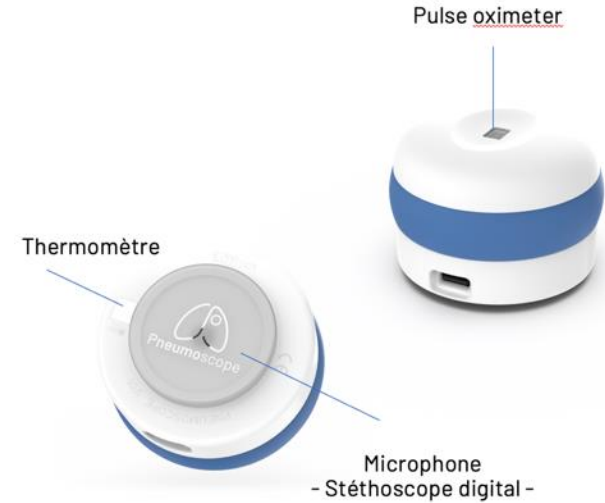


Tout le monde peut l'utiliser, partout

Médecins, infirmier.es, pharmacien.es, patient.es

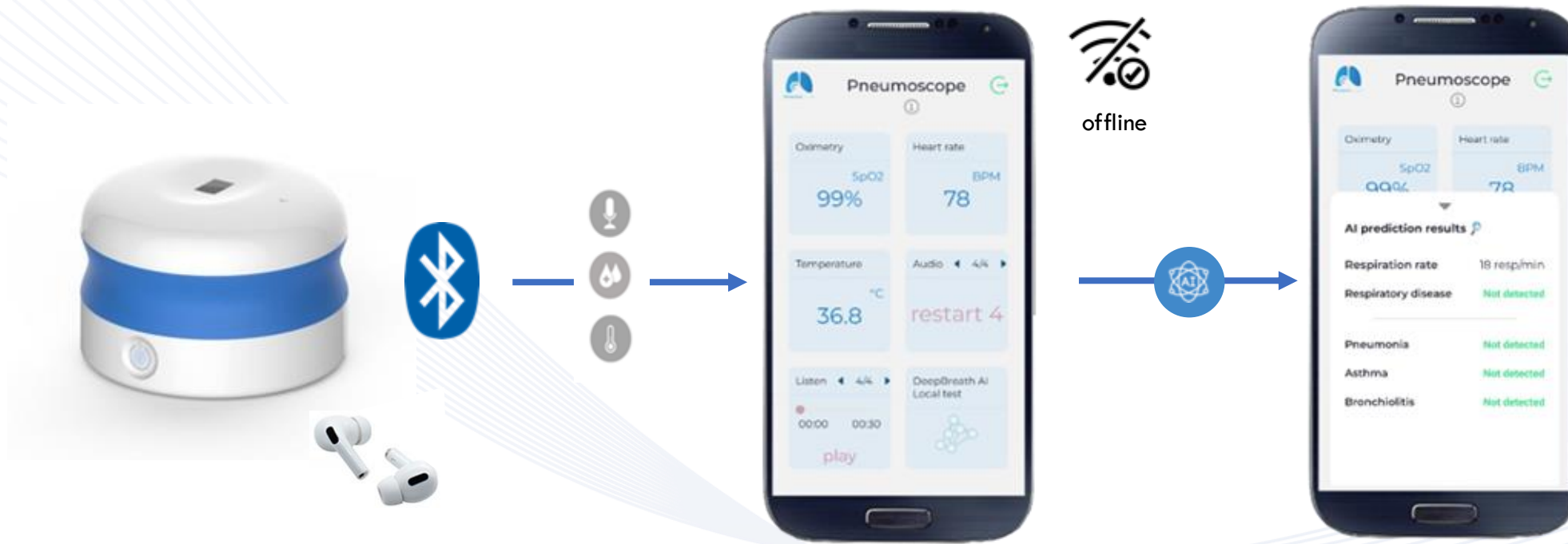


Suivi longitudinal et interopérabilité



PNEUMOSCOPE

Comment ça fonctionne?



Etape 1: Mesure des bio-signaux

Sons pulmonaires, FC, SpO₂, et la température sont transmis via Bluetooth.

Etape 2: Analyse par l'IA (online or offline)

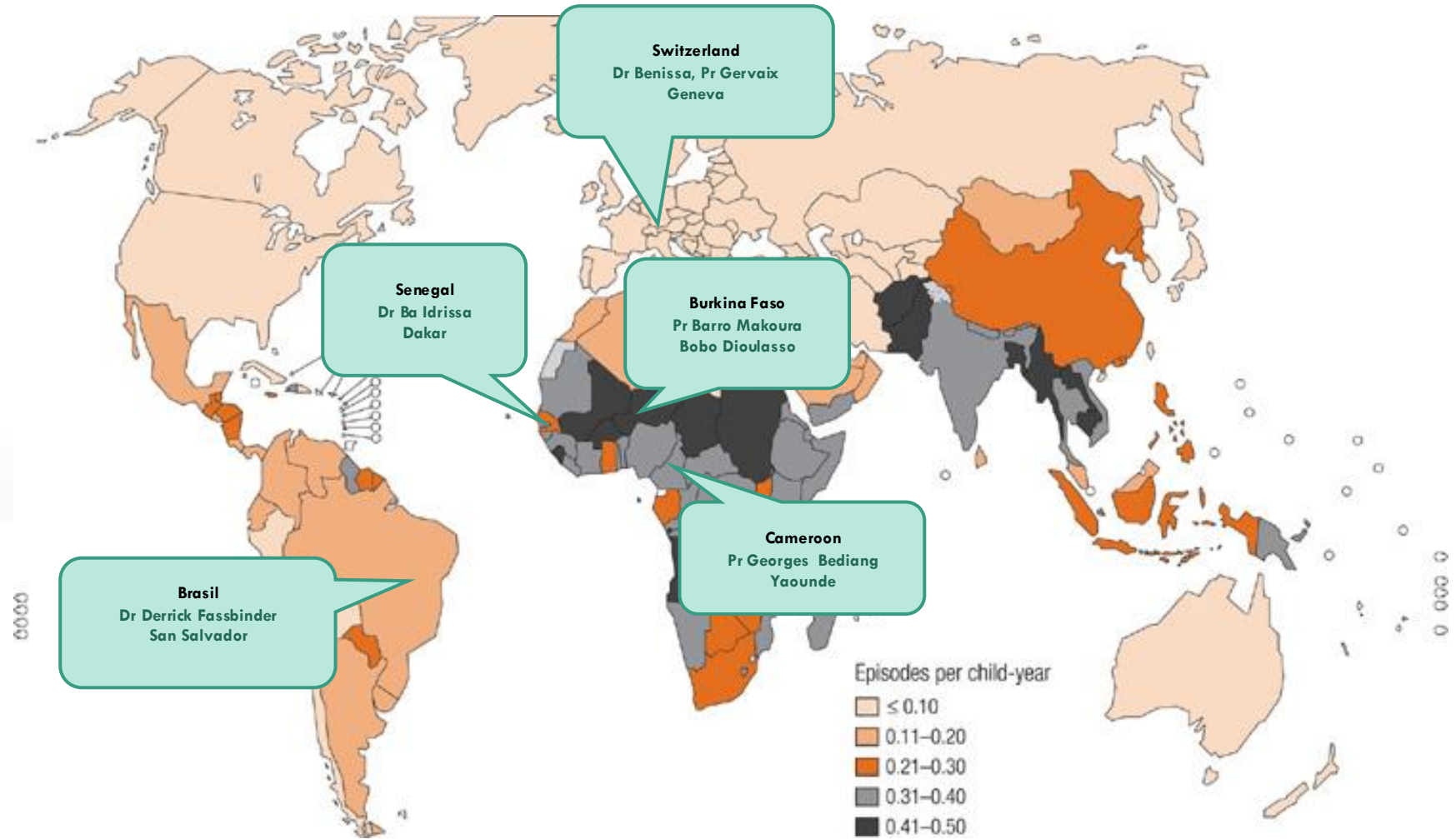
Sons respiratoires et SpO₂ sont analysés en temps réel par l'IA: Détermination de la FR, et détection de la maladie respiratoire et de sa gravité (Asthme, BPCO, Bronchiolite, Pneumonie, Covid-19).

DIAGNOSTIC ET SEVERITE

IA ET DIAGNOSTIC DES MALADIES RESPIRATOIRES

Etudes cliniques

- IVRI c/o enfants < 16 ans (Fièvre, toux, Dét. resp)
- Enregistrement des sons respiratoires
- Medical database

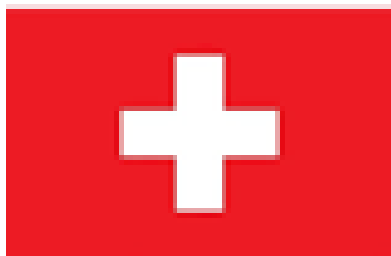


New countries since 2023: France, South Africa, Rwanda, Benin, Marocco, Bolivia
and more to come (maybe yours !)

ARTICLE **OPEN**

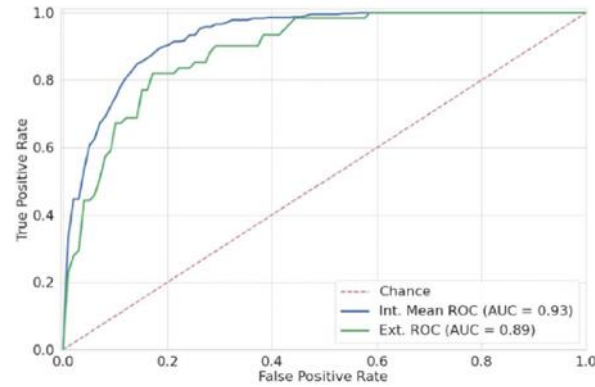
DeepBreath—automated detection of respiratory pathology from lung auscultation in 572 pediatric outpatients across 5 countries

Julien Heitmann^{1,13}, Alban Glangetas^{2,13}, Jonathan Doenz¹, Juliane Dervaux¹, Deeksha M. Shama¹, Daniel Hinos Garcia¹, Mohamed Rida Benissa², Aymeric Cantais³, Alexandre Perez², Daniel Müller¹, Tatjana Chavdarova¹, Isabelle Ruchonnet-Metrailler², Johan N. Siebert², Laurence Lacroix², Martin Jaggi¹, Alain Gervaix², Mary-Anne Hartley^{1,4,5} and with the Pneumoscope Study Group*

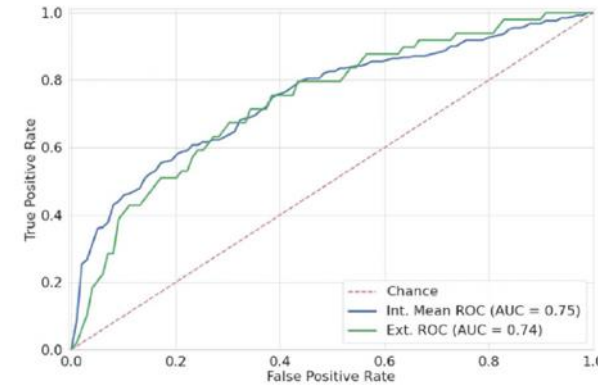


RESULTATS

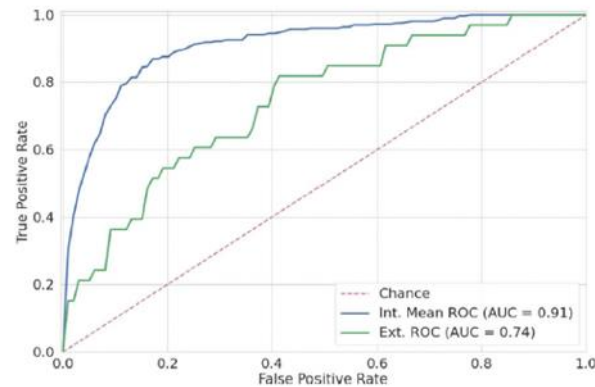
AUCs: 0.75 – 0.94



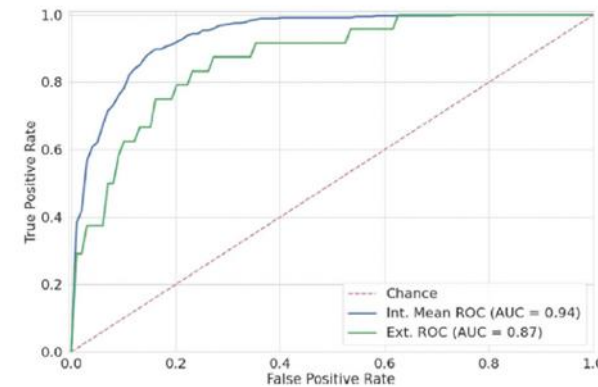
(a) Control



(b) Pneumonia



(c) Wheezing Disorder



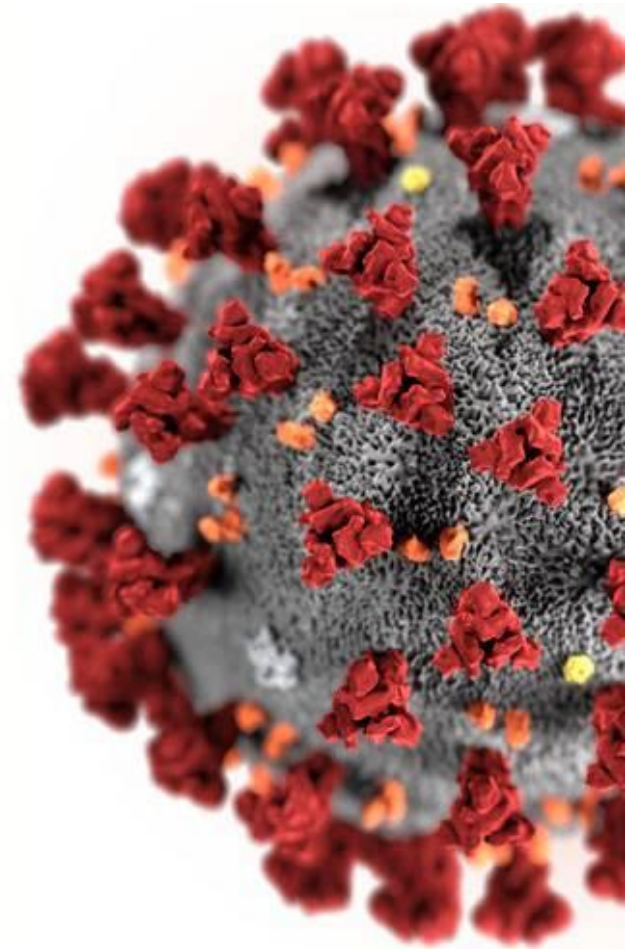
(d) Bronchiolitis

Fig. 1 *DeepBreath* ROC curve for binary classifiers on internal and external validation data. Each panel shows the ROC curves of one binary classifier: **a** Control, **b** Pneumonia, **c** Wheezing Disorder, **d** Bronchiolitis. Every iteration of nested CV yields a different model, which produces a receiver-operating characteristic (ROC) curve for the internal test fold. The mean was computed over the obtained ROC curves. For the external validation data, predictions are averaged across the nested CV models, and a single ROC curve is computed. Internal validation is performed on various test folds from the Geneva and Porto Alegre data (blue). External validation (green) is performed on independently collected unseen data from Dakar, Marrakesh, Rabat and Yaoundé.

PANDEMIE DU COVID-19

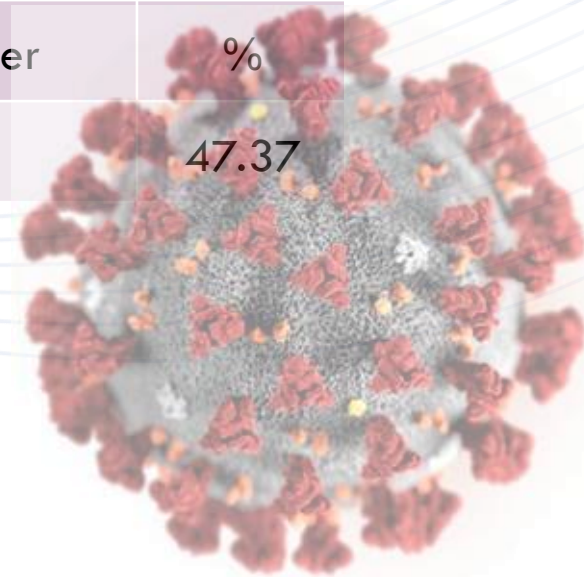
- 236 adultes se présentant dans un centre de dépistage SARS-COV-2 ou hospitalisés en mars et avril 2020 aux Hôpitaux Universitaires de Genève ont été inclus
- Tous ont eu une RT-PCR SARS-COV-2 sur un écouvillon naso-pharyngé
- Auscultation sur 6 sites thoraciques (4 post, 2 lat, de 30 sec.)
- Les signes cliniques étaient relevés

- 103 COVID +, 133 COVID -



DONNÉES DÉMOGRAPHIQUES

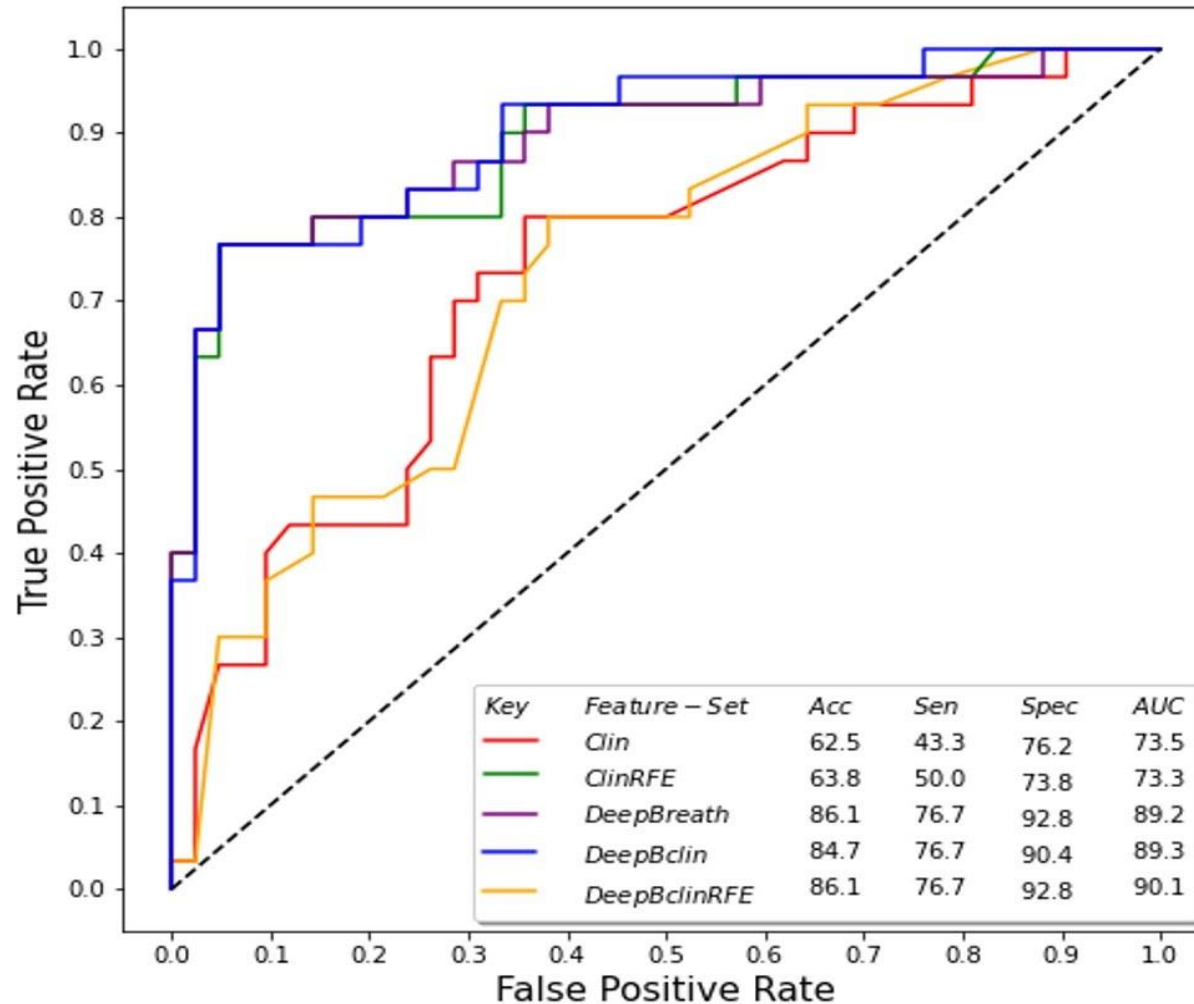
	Total (n=236)		COVID + (n=103)		COVID - (n=133)	
Age (année)	median (range)	IQR	median (range)	IQR	median (range)	IQR
	44 (18-95)	28	52 (19-95)	29	40 (18-89)	26
Sexe (féminin)	number	%	number	%	number	%
	109	46.18	46	44.66	63	47.37



SIGNES CLINIQUES ET SYMPTÔMES

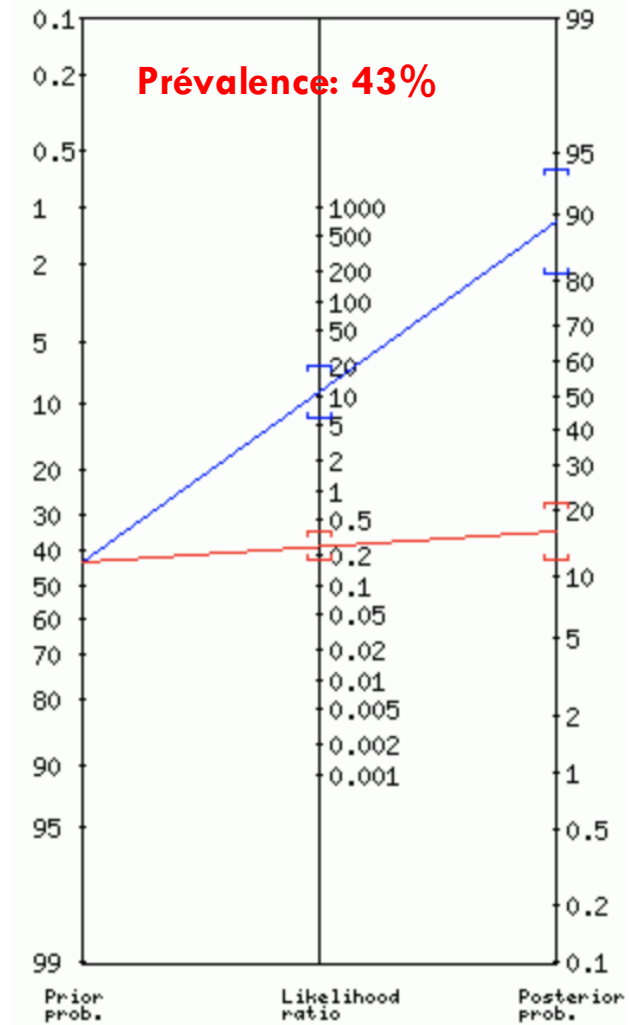
Symptom	Prevalence (%)		Differential prevalence (%)	Bivariate logistic regression		
	COVIDneg (n=133)	COVIDpos (n=103)	COVIDpos - COVIDneg	Risk ratio	CI95%	P value
Fever	30.83	70.87	40.05	4.81	(64.1; 75.7)	<0.001 *
Dyspnoea	31.58	43.69	12.11	1.62	(51.3; 63.9)	0.075
Inappetence	10.53	20.39	9.86	1.98	(53.0; 65.6)	0.066
Ageusia	9.02	16.50	7.48	1.81	(52.2; 64.7)	0.137
Anosmia	7.52	14.56	7.04	1.87	(52.2; 64.7)	0.144
Vomiting	1.50	7.77	6.26	3.07	(52.6; 65.2)	0.114
Cough	60.15	60.19	0.04	1.00	(50.0; 62.7)	0.990
Nausea	16.54	16.50	-0.04	0.99	(50.0; 62.7)	0.994
Myalgia/arthralgia	36.09	27.18	-8.91	0.82	(50.0; 62.7)	0.470
Odynophagia	35.34	15.53	-19.80	0.37	(50.0; 62.7)	0.002 *
Rhinitis	45.86	20.39	-25.48	0.33	(54.4; 62.7)	<0.001 *
Headache	58.65	32.04	-26.61	0.36	(56.5; 68.9)	<0.001 *

PRÉDICTION DE RT-PCR POSITIVE SARS-COV-2 PAR DEEPBREATH



Sensitivity 76.7 %
Specificity: 92.8%
AUROC: 0.9

PRÉDICTION DE RT-PCR POSITIVE SARS-COV-2 PAR DEEPBREATH

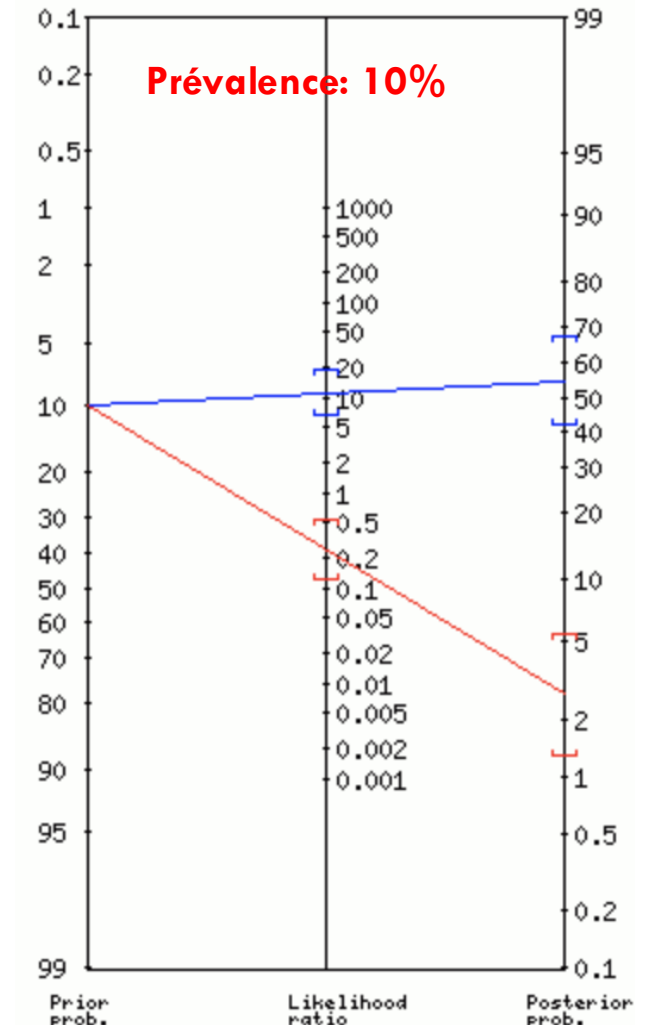


RV positif : 11

$(\text{sensitivity} / (1 - \text{specificity}))$

RV négatif : 0.25

$(1 - \text{sensitivity}) / \text{specificity}$



PNEUMOSCOPE:

Un stéthoscope intelligent pour tous

Pas d'expertise
médicale requise



Docteurs



Spécialiste



Généraliste

Autres professionnels de santé



Pharmacien.es



Infirmier.es



Agents de santé

Patient.es



Jeunes



Parents



Actives



Séniors

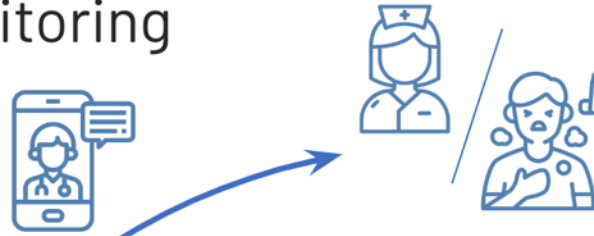
LE PNEUMOSCOPE PEUT ÊTRE UTILISÉ PARTOUT ET PAR TOUS



HOW DOES IT WORK?

Telehealth & Home Monitoring

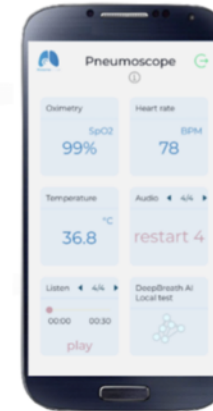
5. Prescription / referral by doctor via video or phone consultation



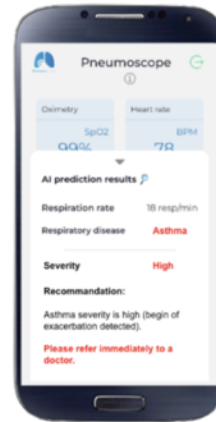
EHR



1. Measurement of Biosignals + questionnaire (home)



3. Data transmission to doctor via telehealth platform (asynchronous)



2. AI analysis & medical report generation



COMING SOON

INTEGRATION AUTOMATIQUE DES DONNEES COLLECTEES PAR LE PNEUMOSCOPE DANS LE DOSSIER ELECTRONIQUE DU PATIENT



1.9 mo patients
268 mo analyses de labo
153 mo prescriptions
5 mo Rx images
84 mo documents

AMELORATION CONTINUE DE NOS MODELES D' IA

CONCLUSION

L'intelligence artificielle se développe rapidement en médecine notamment comme aide au diagnostic

Approche médicale assistée par l'IA:

- peu coûteuse,
- accessible à tous , infirmier.res, pharmacien.nes, parents, patients
- très utile dans les régions isolées ou à domicile lorsque l'accès aux soins/médecins/hôpitaux est difficile

MAIS

- Dépend de la qualité et de l'accessibilité des données

NON !

**Mais le médecin avec IA
remplacera le médecin sans IA**



DERNIÈRE RÉFLEXION.....

IA = Intelligence Additionnelle



Intelligence de la machine

Intelligence des professionnels de soins

Intelligence des parents / patients

Management Team & Partners



TEAM



Prof. Alain Gervaix, M.D.
Co-founder & CEO



Dr. Mitra Manesh, PhD
CTO



Yannik Orman, MSc
Co-founder & COO



Antonin Gervaix, CFA
Co-founder & CFO



Partners



Advisors

Dr. Annie Hartley, M.D., PhD
AI / ML expert

Dr. Isabelle Ruchonnet-Metrailler, M.D.
Pulmonologist

Dr. Marco Ruedi, M.D., eMBA
Innosuisse Coach - Business



MERCI



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

