

## Intelligence artificielle

# Le stéthoscope qui entendait le Covid-19

Entretien réalisé par Julia Rippstein

Rédactrice print online

Les Hôpitaux universitaires de Genève (HUG) développent un stéthoscope capable de reconnaître le son du Covid-19 grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle. Un prototype est attendu pour cet automne. Rencontre avec l'initiateur du projet, Prof. Alain Gervais, pour découvrir cet outil d'aide au diagnostic prometteur.

**Prof. Alain Gervais, en quoi consiste ce stéthoscope «intelligent»?**

Il est composé globalement d'un stéthoscope digital pouvant enregistrer des sons, d'algorithmes d'intelligence artificielle capables d'analyser et d'identifier les sons respiratoires et d'une application pour smartphone ou tablette qui affiche le «résultat», ou diagnostic. Concrètement, le médecin, la pharmacienne, l'infirmier, voire à terme le patient lui-même, pose sur son thorax le stéthoscope qui enregistre les sons via des capteurs; les sons sont alors analysés par les algorithmes et traduits en un diagnostic qui est transmis directement sur l'application mobile.

**Cet instrument peut distinguer les différentes maladies pulmonaires. Comment cela fonctionne-t-il?**

Le principe est similaire à celui de l'application Shazam, qui indique le titre d'une chanson à l'écoute d'une



Chef du Département de la Femme, de l'Enfant et de l'Adolescent des HUG, Prof. Alain Gervais a développé un stéthoscope autonome aussi fiable que l'oreille d'un médecin.

mélodie. C'est ma fille qui m'a mise sur cette piste, lorsque je lui ai expliqué comment je diagnostiquais une pneumonie et que l'auscultation me permettait d'entendre des sons qui ressemblent plutôt à de l'asthme, à une bronchite ou à une pneumonie. Je suis donc parti de cette idée et me suis demandé s'il était possible de développer des algorithmes d'intelligence artificielle capables de re-

connaître des signatures acoustiques spécifiques à différentes maladies respiratoires.

**Vous ne l'avez donc pas créé spécialement pour la détection du Covid-19?**

Il a été mis sur le devant de la scène pendant la crise du coronavirus, mais l'idée date d'il y a bien avant. Il y a cinq ans, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) lançait un cri d'alarme face à la pneumonie, première cause de mortalité chez les enfants de moins de 5 ans dans les pays du Sud car mal diagnostiquée. Ces régions manquent cruellement de médecins et la population est prise en charge par des agents de santé qui ne reconnaissent pas une pneumonie des autres maladies respiratoires. L'OMS a ainsi appelé les scientifiques à créer des outils aidant au diagnostic de cette maladie.

**Comment êtes-vous parvenu au constat que l'intelligence artificielle pouvait effectivement discerner les sons respiratoires?**

En collaboration avec l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA), nous avons lancé une étude aux HUG avec des stéthoscopes digitaux «classiques» qui enregistrent des sons, mais dépourvus d'intelligence artificielle. C'est grâce à cette banque de données de sons que nous avons pu développer les algorithmes. Déjà avec le son de 100 enfants atteints de pneumonie et de 100 enfants en bonne santé, nous avons constaté que l'intelligence artificielle était capable de distinguer les malades de ceux qui ne l'étaient pas. S'y est ajouté la bronchiolite: 8 fois sur 10, nous pouvions discerner les cas de bronchiolite de ceux de pneumonie. L'étude a été élargie à d'autres maladies respiratoires et a inclus des adultes. Plus il y avait de sons, plus les algorithmes devenaient perfor-



Bronchite, pneumonie, asthme, Covid-19: le stéthoscope fonctionne selon le principe de l'application musicale Shazam et reconnaît la maladie au son pulmonaire.

mants. Avec 1000 personnes enregistrées, en Suisse, au Brésil et dans plusieurs pays africains, chacune auscultée sur huit sites, notre étude contient désormais des dizaines de milliers de cycles respiratoires. Cette banque de données gigantesque permet au stéthoscope d'identifier la maladie, mais aussi le stade et la gravité de celle-ci.

#### **Combien de bruits respiratoires existe-t-il?**

Il y a environ une dizaine de types de bruits, allant des sibilances aux ronchis en passant par les crépitations. Ces sons peuvent se combiner, par exemple dans le cas d'une personne asthmatique atteinte d'une pneumonie. Cela complique le diagnostic. C'est pourquoi il est nécessaire d'intégrer les données du patient telles que l'âge, antécédents, sexe et état de santé. Les mesures de la température et de la saturation de l'oxygène dans le sang sont des paramètres qui peuvent nous aider au diagnostic lorsque des sons se recourent. La fièvre est par exemple un symptôme de la pneumonie, mais rarement de l'asthme.

#### **Quel est le bruit du Covid-19?**

Le son spécifique n'a pas encore été défini, l'analyse des données récoltées est en cours, soit 260 patients malades âgés entre 16 et plus de 80 ans. Ceux qui ont été hospitalisés ont été régulièrement auscultés pendant leur séjour en hôpital. Nous avons aussi enregistré les personnes qui attendaient de se faire dépister aux HUG, soit avant le test. Cela nous permettra d'établir si le bruit est différent chez une personne négative d'une personne positive, bien qu'elles aient les deux la toux.

#### **Quels défis avez-vous rencontrés lors de l'élaboration de ce stéthoscope?**

Le principal défi était de déterminer si l'intelligence artificielle pouvait distinguer des sons, qui sont très complexes. Contrairement à une mélodie qui est toujours la même, le son varie selon l'âge, la taille, le poids, les antécédents médicaux, l'état de santé général. Pour rendre un stéthoscope autonome et efficace, l'intelligence artificielle doit pouvoir remplacer l'oreille du médecin. Pendant les études de médecine, on nous apprend à entendre un son et à l'associer à une maladie et à sa gravité. La question était de savoir si les algorithmes pouvaient accomplir cette tâche que seul le corps médical maîtrise.

#### **Mais peut-on vraiment remplacer l'oreille du médecin?**

L'outil parfait n'existera jamais – nous en sommes conscients. Notre objectif n'est pas de révolutionner la médecine, mais de développer un outil d'aide au diagnostic qui oriente le patient vers la filière de soins la plus adéquate. La fiabilité du stéthoscope est comparable à celle d'une oreille d'un professionnel. Dix médecins auscultant le même patient n'entendront pas forcément la même chose: selon si c'est un médecin assistant, un pneumologue expérimenté ou un médecin de famille, l'interprétation du son peut différer.

#### **Qu'a changé le Covid-19 dans le développement du stéthoscope?**

Avant le Covid-19, il était recommandé d'aller consulter en cas de maladie, ce qui a subitement été déconseillé, voire interdit. Une distance s'étant créée entre patient

**A terme, toute personne pourra s'autoausculter et voir, via une application, à quelle maladie correspond le son enregistré.**

et médecin, il fallait trouver un moyen d'autonomiser le malade, livré à lui-même. Le coronavirus nous a donc poussé à développer une interface intelligente destinée à l'utilisateur où celui-ci peut lire les informations récoltées. A terme, le but est que toute personne puisse s'autoausculter et voir, via une application, si le son enregistré correspond au Covid-19 ou non. Il sera possible de se réausculter en tout temps afin de suivre l'évolution d'une maladie, que ce soit l'asthme, la pneumonie, la bronchite ou le Covid-19. Ce qui augmente par ailleurs la fiabilité du diagnostic: si l'interface indique deux fois que l'auscultation se péjore, c'est probablement grave et il convient d'aller chez le médecin, voire aux urgences.

### ***On éloigne ainsi encore davantage le patient du médecin...***

Autonomiser le patient ne signifie pas la disparition du lien avec le corps médical. Il en dépendra moins, car il sera davantage acteur de sa santé. Notre réflexion est partie d'un scénario que certains parents ont vécu: un enfant fait un début de crise d'asthme un vendredi soir, faut-il aller à l'hôpital ou attendre lundi? Avec notre stéthoscope, le patient peut s'ausculter aussi en dehors de toute crise, ce qui fournit un tracé de base. A chaque étape de la maladie, il se réenregistre et l'interface indique la «marche à suivre»: entamer un traitement, le poursuivre ou, au contraire, le stopper, aller à l'hôpital. Le stéthoscope intelligent se veut avant tout comme un outil d'aide à la décision. Le médecin garde un rôle essentiel: c'est toujours lui qui aura le dernier mot et pourra prendre la meilleure décision pour le patient. Notre stéthoscope pourrait même rétablir le lien entre eux: nous plançons sur un système alertant le médecin à distance de l'évolution de l'état du malade.

### ***Quels avantages cet outil apporte-t-il?***

Le stéthoscope s'inscrit dans la médecine personnalisée et peut contribuer à diminuer les coûts de la santé. Le patient gérant en partie lui-même sa maladie et connaissant ainsi mieux son état de santé, il ne se rendra pas inutilement aux urgences ou chez le médecin

## **Le stéthoscope s'inscrit parmi les outils de la médecine personnalisée et peut contribuer à diminuer les coûts de la santé.**

et évitera les prises de médicament superflues. Dans le cas du Covid-19, le stéthoscope peut aider à faire un premier tri et à baisser le coût élevé du dépistage: dans près de neuf cas sur dix, ces tests onéreux sont négatifs, ce qui représente beaucoup d'argent dépensé pour un taux positif bas. Comme notre outil peut indiquer la probabilité qu'il s'agisse du Covid-19 en détectant les signes en faveur du virus, cela permettra de mieux cibler les personnes devant aller se faire tester. Dans les pays du Sud, le stéthoscope pourra pallier dans une certaine mesure la pénurie criante de médecins et permettre une meilleure prise en charge du patient. Enfin,

l'intelligence artificielle ne nécessite pas la présence d'un médecin «à l'autre bout» pour analyser les sons. Celui-ci ne devra pas non plus se souvenir des auscultations antérieures du patient. Le stéthoscope a, lui, tout en mémoire. Le médecin gagne donc aussi du temps.

### ***A quand un prototype?***

Si tout est livré à temps, nous devrions avoir les premiers modèles cet automne pour validation. Ils seront constitués de l'appareil en lui-même, que l'on pose sur le thorax et enregistre les sons, des algorithmes qui analysent les bruits et du display qui affiche le résultat. Si les prototypes sont concluants, nous allons créer une start-up l'année prochaine pour promouvoir le stéthoscope.

### ***Qui le testera en premier?***

L'idée est de le mettre d'abord entre les mains des pharmaciens. Selon la stratégie du Conseil fédéral pour freiner les coûts de la santé, ils seront les acteurs primaires du système de santé. N'étant pas formés à l'auscultation, leur intérêt pour notre stéthoscope autonome est grand. Nous espérons qu'il soit ensuite peu à peu utilisé par l'ensemble du personnel de la santé et qu'il devienne à terme un outil de diagnostic comme le thermomètre: un instrument de mesure que chaque ménage a chez lui et fiable, ne nécessitant pas d'expertise médicale.

### ***Combien ce projet a-t-il coûté jusqu'ici?***

Au cours des douze derniers mois, nous avons réussi à lever 800 000 francs pour payer les médecins, ingénieurs et développer le stéthoscope.

### ***Quid de la protection des données? C'est une question qui préoccupe beaucoup le grand public.***

C'est un paramètre auquel il faut faire très attention. Les données ne doivent pas pouvoir être utilisées par des tiers. Nous allons donc tout faire pour que le patient reste maître de ses données et, si le personnel de santé est impliqué, que les données soient totalement anonymisées.

### ***Crédits photos***

Portrait: Hôpitaux universitaires de Genève (HUG)  
Photo symbolique: Julia Rippstein

[julia.rippstein\[at\]emh.ch](mailto:julia.rippstein[at]emh.ch)