



Année 2020

Thèse n°2020-141

THESE POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE
SPECIALITE MEDECINE D'URGENCE

Par Madame Mathilde LAURENT

Présentée et soutenue publiquement le vendredi 9 octobre 2020

**INFLUENCE DE LA PROSODIE DANS LA RÉGULATION
MÉDICALE DES DOULEURS THORACIQUES**

Président de jury : Monsieur le Professeur Richard GOURON

Membres du jury : Monsieur le Professeur Henri SEVESTRE

Monsieur le Professeur Jean-Daniel LALAU

Monsieur le Professeur Vincent GOEB

Monsieur le Docteur Olivier BALEDENT

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Christophe BOYER

Monsieur le Professeur Richard GOURON

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Chef du Service de Chirurgie de l'Enfant (Chirurgie infantile)

Je vous remercie de me faire l'honneur de présider ce jury.

Soyez assuré, Cher Maître, de mon profond respect et de toute ma reconnaissance.

Monsieur le Professeur Henri SEVESTRE

Professeur d'Anatomie et de Cytologie Pathologiques à l'UFR de Médecine d'Amiens

Chef du Service d'Anatomie et de Cytologie Pathologiques du CHU d'Amiens Picardie

Adjoint au chef de l'Oncopôle

Vous me faites l'honneur de juger ce travail,

Soyez assuré, Monsieur le Professeur, de mes sincères remerciements.

Monsieur le Professeur Jean-Daniel LALAU

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier (Nutrition)

Chef du Service Endocrinologie, Maladies Métaboliques et Nutrition

**Pôle « Médico-chirurgical digestif, rénal, infectieux, médecine interne et
endocrinologie » (D.R.I.M.E)**

Vous me faites l'honneur de juger ce travail,

Soyez assuré, Monsieur le Professeur, de mes sincères remerciements.

Monsieur le Professeur Vincent GOEB

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Chef du Service de Rhumatologie

Chef du Pôle Autonomie

Vous me faites l'honneur de juger ce travail,

Soyez assuré, Monsieur le Professeur, de mes sincères remerciements.

Monsieur le Docteur Olivier BALEDENT

Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier

Responsable de l'Unité de Traitement de l'Image Médicale du CHU d'Amiens Picardie

Vous me faites l'honneur de juger ce travail,

Soyez assuré, Monsieur le Docteur, de mes sincères remerciements.

Monsieur le Docteur Christophe BOYER

Praticien Hospitalier

Chef du Service d'Aide Médicale Urgente – SAMU 80

Chef du Pôle Médecine d'Urgence, Médecine Légale et Sociale

Pour avoir accepté de m'accompagner dans cette dernière étape de ma vie d'étudiante,

*Pour vos conseils et votre aide au cours de ce travail, je vous adresse mes sincères
remerciements.*

Remerciements

Emilien, un grand merci à toi de m'avoir consacré un peu de ton temps et merci pour ton aide qui m'a été si précieuse dans la réalisation de ce travail. Sans toi, tout aurait été beaucoup plus compliqué !

A tous les régulateurs ayant participé à la réalisation de ce travail, merci pour votre aide. Je sais que ça a été particulièrement chronophage et pas toujours très stimulant, donc merci.

Papa, Maman, pour m'avoir offert la possibilité de réaliser mon rêve de devenir médecin et pour m'avoir soutenue toutes ces années, un immense merci. Je vous aime.

Axel et Vianney, mes frères, pour tous nos moments complices et nos joies partagées en famille. Je suis fière des hommes que vous êtes devenus et vous souhaitez d'être heureux. Je vous aime.

Mamie, pour m'avoir aidée pour la relecture de ce travail, pour tes suggestions et ta disponibilité constante, merci. Je t'aime.

Le club des 5, suivi quelques années plus tard par *Thomas, Romain et Juliette*. Vous êtes définitivement la meilleure chose qui me soit arrivée depuis le début de cette aventure. À nos vacances, nos soirées, nos fous rires. Merci d'être toujours présents en cas de besoin. Et un merci tout spécial pour toi *Lucie* qui a été là dans les moments difficiles et qui a su prendre le temps de m'écouter quand j'en avais besoin.

Louise, Rachel, Julie, la team urgences depuis le début de l'internat, celles avec qui on peut râler sur tout et rien, tant que c'est autour d'une bonne bière et d'un plateau de sushis. De nouvelles aventures nous attendent et je suis heureuse de pouvoir les vivre à vos côtés.

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire. Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément. Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés. J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	9
SERMENT D'HIPPOCRATE	11
ABRÉVIATIONS	16
PRÉAMBULE	17
I. INTRODUCTION	18
A. LE SERVICE D'AIDE MÉDICALE URGENTE (SAMU)	18
1. HISTORIQUE DE LA CRÉATION DES SOINS PRÉHOSPITALIERS FRANÇAIS	18
2. ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DES SOINS PRÉHOSPITALIERS	19
3. GESTION D'UN APPEL PASSÉ AU SAMU	19
B. AVANTAGES ET LIMITES DE LA RÉGULATION MÉDICALE	20
1. AVANTAGES D'UNE RÉGULATION « MÉDICALISÉE »	20
2. LIMITES ET DIFFICULTÉS RENCONTRÉES EN RÉGULATION	20
C. PLACE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	22
1. DÉFINITIONS	22
2. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN MÉDECINE D'URGENCE	22
a) L'IA et la charge mentale	23
b) L'IA et la prosodie	23
D. JUSTIFICATION DE NOTRE ÉTUDE	24
II. MATÉRIEL ET MÉTHODES	25
A. TYPE D'ÉTUDE	25
B. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE ET CRITÈRES DE JUGEMENT	25
1. OBJECTIF PRIMAIRE	25
2. OBJECTIF SECONDAIRE	26

13

C. MÉTHODE	27
1. SÉLECTION DES APPELS	27
2. RECRUTEMENT DE MÉDECINS RÉGULATEURS	27
3. CONSTRUCTION DE L'ÉTUDE	27
a) Verbatim	28
a) Audio	28
D. MÉTHODES STATISTIQUES	29
<u>III. RÉSULTATS</u>	<u>30</u>
A. POPULATIONS	30
1. APPELS	30
2. MÉDECINS RÉGULATEURS	32
B. OBJECTIF PRIMAIRE	32
C. OBJECTIF SECONDAIRE	34
1. RÉGULATEURS < 5 ANS VS. RÉGULATEURS > 5 ANS LORS DE CHAQUE PHASE DE L'ÉTUDE	34
2. VERBATIM VS. PROSODIE EN FONCTION DE L'EXPÉRIENCE DES RÉGULATEURS	36
a) Groupe des régulateurs de moins de 5 ans d'expérience	36
b) Groupe des régulateurs de plus de 5 ans d'expérience	36
D. ARGUMENTS MOTIVANT L'ATTRIBUTION DES NOTES DE GRAVITÉ	38
E. ÉVOLUTION DES HYPOTHÈSES DIAGNOSTIQUES	41
<u>IV. DISCUSSION</u>	<u>43</u>
A. INFLUENCE DE LA PROSODIE	43
1. RÉSULTATS PRINCIPAUX	43
2. ARGUMENTS APPORTÉS	44
3. HYPOTHÈSES DIAGNOSTIQUES	45
B. UNE INFLUENCE DIFFÉRENTE EN FONCTION DE L'EXPÉRIENCE	45

1. JEUNES RÉGULATEURS VS. ANCIENS LORS DE CHAQUE PHASE	45
2. VERBATIM VS. PROSODIE DANS CHAQUE GROUPE	47
C. LIMITES DE L'ÉTUDE	48
1. POPULATION	48
2. MONTAGE DES APPELS	49
3. REPRODUCTIBILITÉ DES APPELS	49
<u>V. CONCLUSION</u>	<u>51</u>
<u>VI. ANNEXE – RÉCAPITULATIF DE L'ÉVOLUTION DES HYPOTHÈSES</u>	<u>52</u>
<u>VII. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	<u>56</u>

Abréviations

ARM	Assistant de régulation médicale
CCAD	Corti Cardiac Arrest Detection
CESU	Centre d'enseignement des soins d'urgence
CRRA	Centre de réception et de régulation des appels
DRM	Dossier de régulation médicale
DT	Douleur thoracique
IA	Intelligence artificielle
IC	Intervalle de confiance
IDM	Infarctus du myocarde
ML	Machine Learning
OAP	Œdème aigu pulmonaire
SAMU	Service d'aide médicale urgente
SMUR	Service mobile d'urgence et de réanimation
SSE	Situations sanitaires exceptionnelles
TVP	Thrombose veineuse profonde
VSAV	Véhicule de secours et d'assistance aux victimes

Préambule

L'activité de régulation médicale au sein du centre de réception et de régulation des appels (CRRRA) du service d'aide médicale urgente (SAMU) est une tâche difficile dans laquelle le médecin régulateur, aidé des assistants de régulation médicale (ARM), a pour rôle de fournir une écoute médicale permanente dans le but de déterminer et de déclencher dans les délais les plus courts, le moyen le plus adapté à la nature de l'urgence décrite par le patient (1). Il doit également gérer les moyens mis à sa disposition, orienter le patient vers la structure la plus adaptée à sa pathologie et organiser son accueil au sein de la structure.

Cette tâche est rendue difficile en raison du nombre d'appels à gérer, auxquels s'ajoutent les difficultés inhérentes à l'activité de régulation médicale (l'incapacité de pouvoir examiner le patient, la communication parfois difficile, rendant l'acte de régulation médicale parfois complexe...).

C'est dans ce contexte qu'ont commencé à se développer des intelligences artificielles. Leur but serait d'assister, voire à terme de remplacer le médecin régulateur dans cette activité afin de fournir une meilleure pertinence et une prise en charge qui se voudrait plus sécurisée et plus performante pour le patient.

Cependant ces intelligences artificielles ne sont capables, à l'heure actuelle, que d'analyser le verbatim, les mots employés, pour reproduire les schémas qu'elles ont identifiés dans leurs bases de données. Nous partons de l'hypothèse que les éléments intrinsèques au langage tels que le ton, le débit de parole, la fréquence, formant ce que l'on appelle la prosodie, sont aussi importants dans l'appréciation du degré d'urgence d'un appel que les mots eux-mêmes, et cherchons donc à démontrer l'utilité d'inclure l'analyse de la prosodie aux champs de réflexion des intelligences artificielles dans le domaine de la régulation médicale.

I. Introduction

A. Le Service d'Aide Médicale Urgente (SAMU)

1. Historique de la création des soins préhospitaliers français

Tout a commencé en 1956, pendant l'épidémie de poliomyélite, avec la création à Paris d'une unité mobile de réanimation dont le but était de permettre le transfert inter-hospitalier de patients atteints de paralysie respiratoire, jugés jusqu'alors comme intransportables. Cette unique ambulance médicalisée de tout le pays était « régulée » par le médecin de l'ambulance lui-même.

En septembre 1957, sur la même idée, à Salon-de-Provence, est créée une unité mobile médicalisée de secours aux accidentés de la route. Elle était stationnée à proximité de zones accidentogènes et intervenait directement sur les lieux de l'accident.

Rapidement ces unités mobiles ont prouvé leur efficacité en améliorant la prise en charge des patients, elles se sont progressivement développées dans toute la France, jusqu'en 1965, année où est paru un décret ministériel (2) imposant aux hôpitaux publics de se doter de moyens mobiles de secours et de soins d'urgence : les Services Mobiles d'Urgence et de Réanimation (SMUR).

Devant la nécessité de coordonner les actions de toutes ces unités mobiles, est créé à Toulouse en 1968 le premier Service d'Aide Médicale Urgente. Le SAMU est alors défini comme un secrétariat placé sous la responsabilité d'un médecin. Il a pour mission d'assurer l'engagement du SMUR, et de coordonner l'accueil du patient dans le service adapté à sa pathologie. Il est reconnu officiellement dans la circulaire interministérielle du 19 juillet 1972, qui encourage alors les autres hôpitaux à se doter de structures identiques (3).

En 1978, une décision interministérielle instaure le 15, numéro d'appel national gratuit pour les urgences médicales, permettant aux citoyens d'entrer en contact directement avec les SAMU. Ce numéro vient rejoindre les 2 numéros nationaux de secours existants : le 17 (police) et le 18 (pompiers).

2. Organisation et fonctionnement des soins préhospitaliers

Il existe actuellement un centre de régulation SAMU par département, soit 104 sur le territoire français, chargés de réguler 30 millions d'appels chaque année (4). La particularité de notre système est la régulation médicale systématique de chaque appel.

Les SAMU ont pour mission principale d'assurer une écoute médicale 24h/24, 7j/7 afin de pouvoir déterminer et déclencher, dans le délai le plus rapide, la réponse la plus adaptée à la nature médicale des appels. 4 niveaux de décision sont possibles :

- Le conseil médical
- La consultation médicale avec réorientation vers la médecine de ville (médecin généraliste, SOS médecin)
- L'envoi d'une ambulance privée ou d'un VSAV (véhicule de secours et d'assistance aux victimes) permettant un bilan secouriste puis éventuellement le transport du patient vers un établissement de soins privé ou public en accord avec le souhait du patient
- L'engagement d'une équipe SMUR (466 unités SMUR répartis sur tout le territoire).

Par ailleurs, le SAMU assure une fonction d'élaboration et de mise en œuvre des plans d'organisation des secours dans le cadre de Situations Sanitaires Exceptionnelles (SSE), rassemblement de foule, manifestation sportive... et a une fonction d'enseignement de la médecine d'urgence et de formation du personnel de santé aux gestes d'urgences (CESU). (1,5)

3. Gestion d'un appel passé au SAMU

L'appel est tout d'abord décroché par un ARM. Sa mission est de créer un dossier de régulation médicale (DRM) qui se décompose en 2 temps :

- Un temps administratif (adresse, nom, âge ...)
- Un temps d'analyse (motif d'appel) avec une première qualification du degré d'urgence permettant d'orienter l'appel vers la cellule de régulation adaptée (cellule de régulation d'urgence, de médecine générale, de périnatalité...)

L'appel est ensuite régulé par le médecin régulateur qui va prendre une décision médicale et adapter le moyen.

Les ARM assurent ensuite le suivi médical de l'intervention, du bilan de l'effecteur à la destination du patient en validant les différentes étapes avec le médecin régulateur. (5-7)

B. Avantages et limites de la régulation médicale

1. Avantages d'une régulation « médicalisée »

La médicalisation de l'activité de régulation des soins médicaux urgents est une particularité française. Elle permet une meilleure adaptation à la pathologie des moyens de secours à engager. En effet, les moyens effecteurs, médicalisés comme non-médicalisés, étant limités, il est nécessaire d'évaluer au mieux la gravité afin de déclencher la réponse la plus adaptée à l'urgence de la situation et de garder disponibles les effecteurs pour les situations qui les nécessitent réellement (8).

Le fait de pouvoir s'entretenir avec un médecin permet, en plus d'avoir un rôle rassurant pour l'appelant, d'éviter des consultations inutiles en médecine générale ou aux urgences qui auraient pu être prises sur initiative propre de l'appelant.

2. Limites et difficultés rencontrées en régulation

L'une des principales difficultés évoquées par les médecins dans l'exercice de régulation est le fait de ne pas avoir le patient en face de soi. Le médecin ne peut ni voir ni ausculter le patient, il est entièrement dépendant de ses dires et la communication peut être source limitante pour une « juste » régulation. Par exemple, l'appelant peut être paniqué par la situation à laquelle il est confronté et juger les questions du régulateur comme étant inutiles et représentant une perte de temps, refusant donc d'y répondre ou y répondant de manière inadéquate. De même, certains patients vont amplifier leurs symptômes au téléphone alors que d'autres au contraire peuvent avoir tendance à les atténuer, ce qui peut rendre difficile la distinction entre « vraies » urgences et urgences « ressenties ».

Ensuite, comme tout travail où l'humain est acteur, il existe un biais de décision lié à l'affect du médecin régulateur. En effet, la prise de décision n'est pas un processus parfaitement rationnel, il y a une part intuitive non négligeable, souvent inconsciente, issue des expériences passées, des projections personnelles du régulateur, de son état émotionnel, de sa

fatigue...(9,10). Parmi ces éléments jouant sur la part intuitive de la prise de décision, des études ont mis en évidence le rôle de la prosodie et d'autres éléments non verbaux dans le pouvoir de persuasion (11).

Dans le domaine de la régulation médicale, l'étude du Dr Boidron (12) a montré une différence de prise en charge en fonction des caractéristiques vocales de l'appelant dans le cadre d'une simulation d'appel à un centre de régulation médicale. Des appels étaient créés à l'aide d'une machine, le SimuPhone®, capable de modifier les caractéristiques vocales des appelants telles que le ton, la fréquence... Le motif d'appel et le scénario mettaient en scène des situations dont le diagnostic ne présentait aucun élément urgent. Ils ont mis en évidence que les communications entre le médecin régulateur et les appelants dont les voix possédaient des caractéristiques perçues comme une dominance physique (voix grave et posée) étaient plus longues et arrivaient sur des envois de moyens plus importants que nécessaires. Les appelants présentant exactement la même demande médicale mais avec des voix évoquant moins de traits dominants avaient des temps de communication plus courts et une évaluation de la gravité plus basse, en accord avec la situation médicale décrite.

En plus des difficultés liées à la communication, s'ajoute la charge mentale. Le régulateur doit en permanence accomplir de multiples tâches simultanément, avec plusieurs appels de régulation, le suivi de chaque dossier, l'organisation parfois complexe des prises en charge, la gestion relationnelle avec ses confrères des établissements de soins receveur ...tout en maintenant une performance optimale afin de garantir une qualité de régulation à chaque nouvel appel. Des études ont montré qu'une charge mentale trop importante génère stress, fatigue mentale (13) ainsi qu'une diminution des performances (14). A ces difficultés s'ajoute l'augmentation constante du nombre d'appels au SAMU, estimée à 8% par an avec une démographie de médecins urgentistes défavorable.

Au vu de toutes les difficultés rencontrées dans l'exercice de la régulation médicale, nous pouvons nous interroger sur la place que pourrait avoir l'intelligence artificielle (IA) pour essayer d'aider le médecin régulateur dans la prise en charge du patient.

C. Place de l'intelligence artificielle

1. Définitions

L'intelligence artificielle est souvent confondue avec d'autres concepts tels que le *Machine Learning* (ML). Mais bien qu'ayant des définitions différentes, ces concepts sont intriqués et convergent tous vers un but commun : simplifier et aider l'Homme dans ses prises de décision.

L'intelligence artificielle est la théorie globale de pouvoir créer des modèles informatiques capables de reproduire les modes de pensée et de réflexion humains.

Le *Machine Learning*, lui, est une sous-partie de l'IA qui utilise divers programmes informatiques pour repérer de manière automatique des schémas au sein de grands groupes de données afin d'être ensuite en mesure de reproduire des schémas prédictifs ou décisionnels. La particularité du ML est qu'il est en mesure « d'apprendre » au fur et à mesure des données qu'il traite. Ainsi, même si les débuts peuvent être hasardeux, plus la base de données analysée s'alimente, plus ses performances vont s'accroître (15,16).

Pour des raisons de simplification, le terme d'intelligence artificielle sera utilisé pour la suite du travail et inclura le concept de *Machine Learning*.

2. L'intelligence artificielle en médecine d'urgence

L'informatique s'est intéressée au domaine de la médecine dès les années 1960 afin d'aider les médecins à traiter toujours plus de données et d'essayer d'aider dans l'appréciation des risques et la prise de décision.

De nos jours, l'intelligence artificielle a réussi à se faire une place dans de multiples spécialités : aide au diagnostic en radiologie, formation de scores prédictifs en oncologie, prédiction de toxicité médicamenteuse en pharmacologie... (16)

La médecine d'urgence est un domaine dans lequel l'IA peut être exploitée à tous stades de la prise en charge : de l'aide à la régulation, au triage, diagnostic, traitement, orientation des

patients... Les possibilités semblent infinies (17–20), mais existe-il des solutions permettant de s'affranchir des difficultés rencontrées en régulation citées plus haut ?

a) L'IA et la charge mentale

Comme nous l'avons vu, l'augmentation constante du nombre d'appels au SAMU ainsi que la charge de travail des médecins régulateurs peuvent entraîner une charge mentale importante, générant stress, frustration et diminution des performances.

Afin de lutter contre la baisse de performance et de tenter de diminuer leur charge de travail, plusieurs projets ont vu le jour pour aider les régulateurs dans leur prise de décision.

Parmi ces projets, le Corti Cardiac Arrest Detection (CCAD). Développé au Danemark et testé aux Etats-Unis, le Corti Cardiac Arrest Detection est une intelligence artificielle entraînée à détecter les arrêts cardiaques lors des appels aux centres de régulation de services d'urgence (21). Lors de la phase de test, l'IA a analysé des enregistrements d'appels passés à la régulation des services d'urgences. Elle est parvenue à détecter les arrêts cardiaques plus rapidement qu'un ARM (48 secondes pour l'IA, contre 79 secondes pour l'ARM) et était en mesure d'envoyer le moyen de secours le plus proche et de guider l'appelant sur les gestes de réanimation cardio-pulmonaires en attendant les secours. Selon l'étude, le CCAD serait en mesure de repérer 93% des arrêts cardio-respiratoires contre 73% pour les ARM, améliorant ainsi les temps de prise en charge et les chances de survie des patients.

A terme, le but du projet du CCAD est d'être utilisé comme une sorte d'assistant personnel du médecin régulateur, l'encourageant à poser certaines questions puis en lui soumettant son hypothèse de la présence ou non d'un arrêt cardiaque. Le régulateur pourra ensuite engager les moyens nécessaires et guider l'appelant dans la réanimation. La vidéo de démonstration est disponible en suivant ce lien (22).

b) L'IA et la prosodie

Comme nous l'avons vu, les médecins régulateurs sont influencés inconsciemment par le timbre de voix des appelants, menant à des différences de prise de décision, pour des pathologies identiques. Nous pourrions, au vu de ce qui a déjà été développé avec le CCAD et de ses performances, nous demander si l'Homme ne viendrait pas un jour à être remplacé par

une IA qui, dénuée d'émotions, serait en mesure de suivre un raisonnement parfaitement rationnel et ainsi proposer des prises en charge standardisées à tous les patients. L'IA pourrait être entraînée à former des hypothèses diagnostiques comme ce qui a été fait pour les arrêts cardiaques, être capable de prendre une décision en fonction de la gravité associée au diagnostic et être en mesure d'engager les moyens de secours pour assurer la prise en charge des patients.

D. Justification de notre étude

Mais la question qui s'est posée et qui a inspiré ce travail a été la suivante : certes, il a été prouvé que les régulateurs étaient influencés par le timbre de voix des appelants, menant à des disparités de prise de décision, mais la prosodie (ton, débit de paroles, tous les éléments intrinsèques au langage) n'a-t-elle pas un rôle à jouer dans l'évaluation de la gravité des appels en régulation ? En effet, nous émettons l'hypothèse que la gravité d'un appel n'est pas tant définie par les mots employés que par la façon de les prononcer.

A l'heure actuelle, les IA se basent uniquement sur le verbatim, les mots utilisés, pour former leurs analyses et émettre leurs décisions et ne sont pas en mesure de prendre en compte les éléments intrinsèques au langage.

Pour tenter de démontrer l'importance de la prosodie dans la régulation médicale en termes d'appréciation de la gravité et d'amélioration du temps nécessaire à la prise de décision, nous avons choisi de nous concentrer sur la régulation des appels pour « douleurs thoraciques ». En effet, la douleur thoracique est l'un des principaux motifs d'appel au 15 (23,24). C'est un symptôme qui est souvent source d'angoisse pour les patients. Il peut aussi bien être le symptôme de pathologies parfaitement bénignes comme une simple douleur musculaire, que le symptôme révélateur d'une pathologie plus grave comme l'infarctus du myocarde ou l'embolie pulmonaire (25,26). Il faut savoir que dans la régulation des douleurs thoraciques, 60% des diagnostics invoqués au téléphone se révèlent faux à l'examen clinique (7). Le rôle de la régulation médicale est donc primordial pour la détection des cas graves afin d'optimiser la prise en charge du patient.

Nous construisons cette étude afin de déterminer s'il existe une différence de prise en charge avec et sans la prosodie. S'il existe une différence, peut-elle représenter un avantage (meilleure appréciation de la gravité comparativement au verbatim seul, ou meilleurs délais de

régulation de l'appel) ou bien représente-elle un inconvénient dont il faudrait s'affranchir dans le but d'obtenir une régulation plus objective et plus standardisée ?

II. Matériel et méthodes

A. Type d'étude

C'est une étude prospective monocentrique croisée visant à déterminer l'influence de la prosodie en régulation médicale en faisant évaluer la gravité de quarante-cinq appels dont le motif principal était « douleur thoracique » à un groupe de dix médecins régulateurs du centre de régulation du SAMU de la Somme. Cette étude est construite en deux parties : la première basée sur le verbatim de ces appels – chaque médecin a lu la retranscription écrite de l'appel, et la deuxième sur l'écoute des bandes audio des appels – chaque médecin a écouté la bande sonore de ce même appel.

B. Objectifs de l'étude et critères de jugement

1. Objectif primaire

L'objectif principal de l'étude est de déterminer si la prosodie influence les médecins régulateurs dans leur prise de décision.

Pour répondre à cet objectif, notre critère de jugement principal est l'évaluation de la gravité évaluée par les médecins régulateurs. En effet, l'objectif d'une régulation médicale n'est pas de déterminer absolument un diagnostic mais d'évaluer la gravité d'un appel pour déterminer la réponse la plus adaptée à mettre en œuvre. Cette évaluation est réalisée sur une échelle graduée de 1 à 4 – 1 étant la situation perçue comme étant la plus grave et 4 la moins grave.

Notre critère de jugement secondaire est le moyen déclenché par le régulateur. Afin de recréer les conditions de régulation habituelles, nous avons demandé aux régulateurs d'indiquer à la fin de chaque analyse d'appel le moyen qu'ils auraient déclenché s'ils avaient eux-mêmes régulé cet appel. Ils devaient cocher une seule option parmi les quatre suivantes :

- SMUR
- Ambulance / pompiers
- SOS médecins / consultation de médecine générale
- Conseil téléphonique

Notre deuxième critère de jugement secondaire est le temps nécessaire à la stabilisation de la perception de la gravité. Cela nous permet de voir si la prosodie permet d'accélérer la prise de décision des régulateurs. Nous avons « découpé » les appels par tranches de vingt secondes, aussi bien à l'écrit pour le verbatim, que pour l'audio, et demandé à chacun des dix régulateurs de procéder à l'évaluation de la gravité à la fin de chacune des tranches de vingt secondes. Nous avons ensuite identifié la tranche horaire à partir de laquelle l'évaluation de la gravité ne changeait plus.

Nous avons par ailleurs laissé la possibilité aux régulateurs de noter par texte libre à la fin de chaque tranche d'appel si un élément les motivait à attribuer une note de gravité plutôt qu'une autre (caractéristique du patient, de la douleur, expression utilisée ou pour la partie audio, élément de prosodie), ainsi que d'indiquer à la fin de chaque appel leur principale hypothèse diagnostique afin d'essayer de comprendre l'évolution de leur processus de pensée.

2. Objectif secondaire

L'objectif secondaire est de voir si l'influence de la prosodie a un rôle plus ou moins marqué en fonction de l'expérience du médecin régulateur.

En effet, une étude a précédemment mis en évidence le fait que les assistants de régulation médicale ne modifiaient pas leur perception de l'urgence ni leur façon de travailler lorsque la prosodie était modifiée, contrairement aux médecins qui eux, changeaient leur façon de réguler en fonction des éléments de langage : lorsque l'appelant présentait des caractéristiques vocales de dominance physique, le régulateur passait plus de temps avec l'appelant et avait tendance à engager plus souvent un véhicule de secours (27).

Cette étude confrontait du personnel médical à du personnel paramédical. Nous souhaitons donc voir si, à formation médicale similaire, la prosodie a une influence différente sur les médecins régulateurs en fonction de leurs années d'expérience en régulation. Nous avons donc réalisé une analyse en sous-groupe, avec d'un côté un groupe de cinq médecins régulateurs ayant moins de cinq ans d'expérience, et de l'autre un groupe de cinq médecins régulateurs de plus de cinq ans d'expérience.

C. Méthode

1. Sélection des appels

Le calcul du nombre de sujets nécessaires n'a pas pu être calculé par manque d'études similaires.

Nous avons tiré au sort 45 appels reçus au centre 15 de la Somme sur l'année 2019 pour lesquels le motif principal d'appel renseigné dans le dossier de régulation médicale était « douleur thoracique » et nous l'avons déterminé comme critère d'inclusion.

Les critères d'exclusion étaient :

- L'appelant est un médecin
- Un ECG a déjà été effectué au moment de l'appel

2. Recrutement de médecins régulateurs

Nous avons demandé à dix médecins régulateurs de participer à l'étude. Afin de permettre une analyse en sous-groupe pour notre objectif secondaire, nous avons recruté cinq médecins ayant moins de cinq années d'expérience en régulation médicale et cinq médecins ayant plus de cinq ans d'expérience.

3. Construction de l'étude

Afin de pouvoir isoler le rôle de la prosodie et ainsi essayer d'en déterminer son rôle, nous avons divisé notre étude en deux étapes.

a) Verbatim

Pour l'étape verbatim, les appels sélectionnés ont été anonymisés (noms et adresses ont été effacés et coupés au montage, seuls ont été gardés le genre du patient et son âge) et retranscrits mot pour mot par écrit afin d'en recueillir le verbatim.

Le verbatim a ensuite été découpé par tranches de vingt secondes d'appel sur un document PowerPoint afin qu'une diapositive corresponde à vingt secondes d'appel.

Nous avons ensuite fait évaluer par les dix médecins régulateurs sur un questionnaire (**Figure 1**) la gravité évaluée à chaque tranche d'appel avec la possibilité de noter quels éléments les motivaient à attribuer une note plutôt qu'une autre. Puis nous leur demandions d'écrire à la fin de chaque appel leur hypothèse diagnostique principale (texte libre) et le moyen qu'ils déclencheraient (une seule option à cocher parmi les options suivantes : SMUR, Ambulance/pompiers, SOS médecins, conseil téléphonique).

a) Audio

L'étape audio a eu lieu au minimum un mois après la première étape afin que les médecins régulateurs aient oublié leurs réponses précédentes et ne soient pas influencés par celles-ci. Les enregistrements leur ont été présentés dans un ordre différent de celui de la première étape.

Nous avons répété le même processus qu'à l'étape verbatim avec les mêmes questionnaires, mais cette fois-ci en se basant sur l'écoute des bandes audio des appels, avec un signal sonore inséré toutes les vingt secondes pour marquer les tranches indiquant le moment d'évaluation de la gravité.

Le déroulé des deux phases étant identique avec les mêmes appels, les mêmes régulateurs et les mêmes questionnaires, la seule chose différenciant la première de la deuxième partie est l'ajout des éléments sonores avec l'écoute des enregistrements, correspondant ainsi à nos éléments de langage (ton, débit de parole etc...) constituant la prosodie et nous permettant donc de répondre à nos objectifs primaires et secondaires.

Enregistrement 1						
		4	3	2	1	Motif/expression
A	0:20					
R	0:40					
M	1:00					
M	1:20					
E	1:40					
D	2:00					
	2:20					

Principale hypothèse diagnostique :

Décision médicale :

Pas de nécessité de consultation médicale / conseil téléphonique simple

Consultation médecine de ville : médecin généraliste / SOS médecin

Consultation aux urgences : Ambulance / Pompiers

SMUR

Figure 1. Exemple de questionnaire à remplir pour chaque enregistrement

D. Méthodes statistiques

Nous avons utilisé pour les critères « gravité évaluée » et « moyen déclenché » un test exact de Fisher qui permet de confronter deux groupes de données qualitatives appariées. Les variables qualitatives sont présentées par leur effectif et leur proportion de l'effectif total. Le risque de première espèce de 5% a été retenu.

Le critère de jugement secondaire (temps nécessaire à la stabilisation de la décision) est une variable quantitative. Elle est présentée sous la forme de moyenne avec son intervalle de confiance (IC) à 95%. Nous avons utilisé un test t de Student qui permet de comparer deux groupes de données quantitatives appariées.

Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel Excel et du site internet biostatvg.sentiweb.fr

Les autres données recueillies – hypothèses diagnostiques et arguments favorisant l'attribution d'une note de gravité particulière – ont fait l'objet d'une étude descriptive sans test statistique.

III. Résultats

A. Populations

1. Appels

Quarante-cinq appels ont été tirés au sort dans le registre des dossiers de régulation médicale de l'année 2019 dont les motifs d'appel principaux étaient renseignés comme étant une douleur thoracique. Sur ces quarante-cinq appels, deux appels ont été exclus car l'appelant était médecin, et onze appels ont été exclus car le motif « douleur thoracique » n'était finalement pas évoqué lors de l'écoute des enregistrements. Sur les trente-deux appels restants, deux ont dû être écartés du fait de réponses manquantes pour le moyen déclenché lors de l'une des phases de l'étude (**Figure 2**).

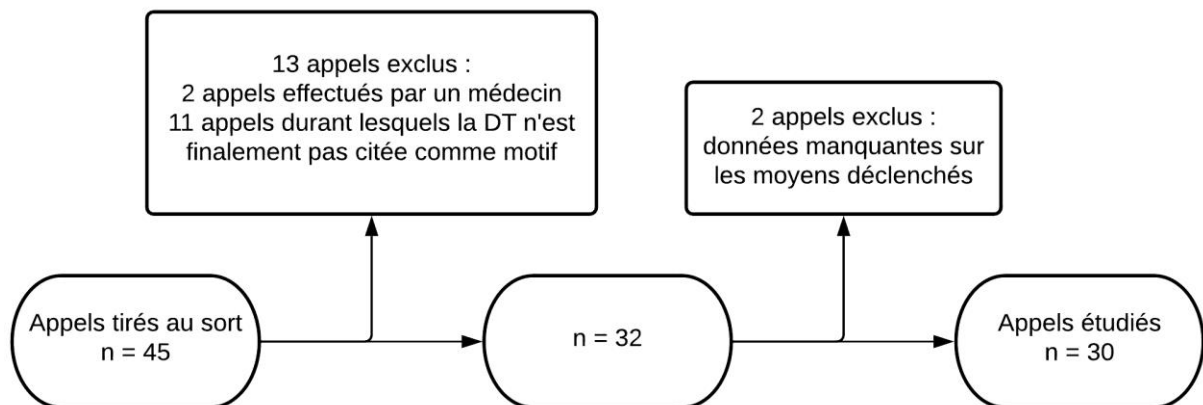


Figure 2. Diagramme de flux

Les caractéristiques des appels étudiés sont retrouvées dans le **Tableau 1**. On peut ainsi constater que 8 appels sont passés par des hommes, 15 par des femmes, et que pour 7 appels, hommes et femmes se sont entretenus avec la régulation. Dans ce dernier cas, cela s'explique par le fait que le contact avec la régulation médicale a été initié par un proche du patient, puis que le médecin régulateur a ensuite demandé à s'entretenir directement avec le patient afin d'affiner son anamnèse.

Parmi ces appels, 15 concernent un patient homme et 15 concernent une femme. L'âge médian est de 49 ans avec une étendue de 4 à 96 ans et des interquartiles à 27 et 66 ans.

Ces appels ont fait l'objet dans la réalité de déclenchement de 7 SMUR, 10 ambulances / pompiers et 13 consultations à SOS médecins.

Genre de l'appelant		Genre du patient		Moyen déclenché		Âge (années)
Homme	8 (26,6)	Homme	15 (50)	SMUR	7 (23,3)	
Femme	15 (50)	Femme	15 (50)	Ambulance/pompiers	10 (33,3)	
Homme et femme	7 (23,4)			SOS Médecins	13 (43,3)	

Tableau 1. Caractéristiques des appels

Les diagnostics retenus lors des passages aux urgences ou de l'hospitalisation qui a découlé de la prise en charge initiale par les secours ont été retranscrits dans le **Tableau 2**.

Enr.	Diagnostic retenu	Enr.	Diagnostic retenu
1.	Vertiges Cycle troponine négatif et ECG normal	15.	Angoisse
2.	Douleur thoracique chez patient artéritique Cycle troponine négatif et ECG normal	16.	Douleur intercostale sur effort de toux
3.	Angor spastique	17.	Douleur pariétale
4.	Allergie Clamoxyl sans signe de choc	18.	Névralgie intercostale
5.	Fibrillation atriale symptomatique	19.	Douleur thoracique atypique
6.	Syndrome coronarien aigu ST+	20.	Crise d'angoisse
7.	Spasmes coronariens	21.	Spasmophilie
8.	Myocardite aiguë	22.	Névralgie intercostale
9.	Angor spastique	23.	Névralgie intercostale
10.	Gastrite	24.	"Divers gynéco"
11.	Précordialgie, cycle troponine normal	25.	Angoisse
12.	Hyponatrémie, hypokaliémie Contusion épaule	26.	Douleur thoracique sans étiologie retrouvée dans le cadre de la grossesse
13.	Gastro-entérite aiguë	27.	Tendinite
14.	Laryngite	28.	Contusion
		29.	Névralgie intercostale
		30.	Douleur thoracique atypique

Tableau 2. Diagnostics établis aux urgences ou en hospitalisation des appels sélectionnés

2. Médecins régulateurs

Les caractéristiques des médecins régulateurs sont récapitulées dans le **Tableau 3**. Nous y retrouvons les effectifs globaux de l'étude ainsi que la répartition en deux sous-groupes d'expérience en régulation, ce qui nous permettra de répondre à notre objectif secondaire.

Nous avons ainsi recruté 6 hommes et 4 femmes répartis de manière égale dans les 2 sous-groupes.

L'expérience médiane globale est de 5.5 ans avec des interquartiles à 2 et 11 ans. Pour le groupe des jeunes régulateurs, la médiane est de 2 ans avec des interquartiles à 1.5 et 2.5 ans. Pour le deuxième sous-groupe, la médiane est de 12 ans avec des interquartiles à 8 et 20 ans.

	Régulateurs < 5 ans	Régulateurs > 5 ans	Total
Genre			
Homme	3 (60)	3 (60)	6 (60)
Femme	2 (40)	2 (40)	4 (40)
Expérience (années)	2 [1,5-2,5]	12 [8-20]	5,5 [2,1-11]

Tableau 3. Caractéristiques des médecins régulateurs. Expérience exprimée en médiane [interquartile]

B. Objectif primaire

Nous retrouvons les résultats de l'objectif primaire dans le **Tableau 4**.

Nous pouvons observer une différence significative de l'attribution des notes de gravités avec un p à 0.013 : lors de la partie verbatim, ils avaient classé 66 appels dans le niveau de gravité le plus important, 102 dans le niveau 2, 94 dans le niveau 3 et 38 dans le niveau de gravité le moins important. Lors de la partie audio, 61 ont été classés niveau 1, 81 dans le niveau 2, 91 dans le niveau 3 et 67 dans le niveau 4.

De même, nous pouvons observer les mêmes tendances sur le moyen déclenché avec une différence significative ($p = 0.004$). Lors de la partie verbatim, 74 SMUR ont été déclenchés, 154 ambulances, 71 SOS médecins et 1 conseil téléphonique a été donné. Lors de

la partie audio, on retrouve 65 SMUR, 124 ambulances, 108 SOS médecins et 3 conseils téléphoniques.

Nous observons également une différence significative ($\rho = 0.006$) du temps moyen de stabilisation de la décision avec une moyenne à 92 secondes [84-101] lors de l'étape verbatim, et une moyenne à 79 secondes [72-87] lors de l'étape audio, soit une différence de 13 secondes avec l'ajout de la prosodie.

	Verbatim	Prosodie	p
Gravité			
Niveau 1	66 (22)	61 (20,33)	0,013
Niveau 2	102 (34)	81 (27)	
Niveau 3	94 (31,3)	91 (30,33)	
Niveau 4	38 (12,7)	67 (22,33)	
Moyen déclenché			
SMUR	74 (24,66)	65 (21,66)	0,004
Ambulance / pompiers	154 (51,33)	124 (41,33)	
SOS médecins	71 (23,66)	108 (36)	
Conseil téléphonique	1 (0,33)	3 (1)	
Temps moyen de stabilisation de la décision	92 [84-101]	79 [72-87]	0,006

Tableau 4. Résultats objectif principal

C. Objectif secondaire

1. Régulateurs < 5 ans vs. régulateurs > 5 ans lors de chaque phase de l'étude

Une première analyse en sous-groupes a été effectuée (résultats dans le **Tableau 5**), comparant les réponses des deux groupes d'expériences à chaque phase de l'étude. Nous pouvons ainsi voir qu'il n'existe pas de différence significative entre les deux groupes de régulateurs lors la phase basée sur le verbatim, que cela concerne l'appréciation de la gravité ($\rho = 0.88$), le moyen déclenché ($\rho = 0.19$) ou le temps moyen de stabilisation de la décision ($\rho = 0.22$).

Lors de la phase audio, il existe une différence significative ($\rho = 0.029$) concernant l'évaluation de la gravité entre les deux groupes de régulateurs. Les régulateurs de moins de cinq ans d'expérience ayant classé 27 appels dans le niveau de gravité 1, 35 dans le niveau 2, 44 dans le niveau 3 et 44 dans le niveau 4 tandis que les régulateurs ayant plus de cinq ans d'expérience ont classé 34 appels dans le niveau 1, 46 dans le niveau 2, 47 dans le niveau 3 et 23 dans le niveau 4.

Il n'existe cependant pas de différence significative entre les deux groupes de régulateurs dans la comparaison des moyens déclenchés ($\rho = 0.32$) et des temps moyens nécessaires à la stabilisation de la décision ($\rho = 0.10$) lors de l'étape audio.

	Régulateurs < 5 ans	Régulateurs > 5 ans	ρ
<i>Verbatim</i>			
Gravité			
Niveau 1	35 (23,33)	31 (20,66)	0,88
Niveau 2	52 (34,66)	50 (33,33)	
Niveau 3	44 (29,33)	50 (33,33)	
Niveau 4	19 (12,66)	19 (12,66)	
Moyen déclenché			
SMUR	34 (22,66)	40 (26,66)	0,19
Ambulance / pompiers	85 (56,66)	69 (46)	
SOS médecins	31 (20,66)	40 (26,66)	
Conseil téléphonique	0	1 (0,66)	
Temps moyen de stabilisation de la décision	89 [77-101]	96 [83-108]	0,22
<i>Prosodie</i>			
Gravité			
Niveau 1	27 (18)	34 (22,66)	0,029
Niveau 2	35 (23,33)	46 (30,66)	
Niveau 3	44 (29,33)	47 (31,33)	
Niveau 4	44 (29,33)	23 (15,33)	
Moyen déclenché			
SMUR	27 (18)	38 (25,33)	0,32
Ambulance / pompiers	68 (45,33)	56 (37,33)	
SOS médecins	53 (35,33)	55 (36,66)	
Conseil téléphonique	2 (1,33)	1 (0,66)	
Temps moyen de stabilisation de la décision	85 [73-96]	74 [64-84]	0,10

Tableau 5. Résultats objectif secondaire jeunes régulateurs vs. anciens régulateurs

2. Verbatim vs. Prosodie en fonction de l'expérience des régulateurs

Les résultats sont consignés dans le **Tableau 6**.

a) Groupe des régulateurs de moins de 5 ans d'expérience

Dans le groupe des jeunes régulateurs, nous pouvons observer une différence significative ($p = 0.0023$) de l'appréciation de la gravité entre les deux phases de l'étude. Lors de la phase verbatim, 35 appels ont été classés niveau 1, 52 classés niveau 2, 44 classés niveau 3 et 19 classés niveau 4 tandis que lors de la phase audio, 27 appels ont été classés niveau 1, 35 niveau 2, 44 niveau 3 et 44 niveau 4. Nous observons donc une baisse significative de la gravité estimée lors de l'écoute des appels.

De même, il existe une différence significative dans les moyens déclenchés avec $p = 0.01$. Lors de la phase verbatim, 34 SMUR ont été déclenchés, 85 ambulances et 31 SOS médecins. Lors de la phase audio, 27 SMUR ont été déclenchés, 68 ambulances, 53 SOS médecins et 2 conseils téléphoniques ont été promulgués.

En revanche, aucune différence significative ($p = 0.55$) n'a été mise en évidence dans le groupe des jeunes régulateurs sur le temps moyen nécessaire à la stabilisation de la décision avec une moyenne lors de la phase verbatim à 89 secondes [77-101] et à 85 secondes [73-96] lors de la phase audio.

b) Groupe des régulateurs de plus de 5 ans d'expérience

Pour le groupe des régulateurs ayant plus de cinq ans d'expérience en régulation, il n'a pas été démontré de différence significative entre les deux étapes de l'étude dans l'évaluation de la gravité des appels ($p = 0.86$) ainsi que pour les moyens déclenchés ($p = 0.22$).

Cependant, on note une différence significative ($p = 0.0008$) dans le temps moyen nécessaire à la stabilisation de la décision avec une moyenne à 96 [83-108] lors de la phase verbatim, et 74 secondes [64-84] lors de la phase audio, soit une différence de 22 secondes.

	Verbatim	Prosodie	p
<u>Régulateurs < 5 ans</u>			
Gravité			
Niveau 1	35 (23,33)	27 (18)	0,0023
Niveau 2	52 (34,66)	35 (23,33)	
Niveau 3	44 (29,33)	44 (29,33)	
Niveau 4	19 (12,66)	44 (29,33)	
Moyen déclenché			
SMUR	34 (22,66)	27 (18)	0,01
Ambulance / pompiers	85 (56,66)	68 (45,33)	
SOS médecins	31 (20,66)	53 (35,33)	
Conseil téléphonique	0	2 (1,33)	
Temps moyen de stabilisation de la décision	89 [77-101]	85 [73-96]	0,55
<u>Régulateurs > 5 ans</u>			
Gravité			
Niveau 1	31 (20,66)	34 (22,66)	0,86
Niveau 2	50 (33,33)	46 (30,66)	
Niveau 3	50 (33,33)	47 (31,33)	
Niveau 4	19 (12,66)	23 (15,33)	
Moyen déclenché			
SMUR	40 (26,66)	38 (25,33)	0,22
Ambulance / pompiers	69 (46)	56 (37,33)	
SOS médecins	40 (26,66)	55 (36,66)	
Conseil téléphonique	1 (0,66)	1 (0,66)	
Temps moyen de stabilisation de la décision	96 [83-108]	74 [64-84]	0,0008

Tableau 6. Résultats objectif secondaire verbatim vs. prosodie en fonction de l'expérience du régulateur

D. Arguments motivant l'attribution des notes de gravité

Nous avons repris dans différents tableaux les arguments avancés par les médecins régulateurs pour attribuer telle note de gravité plutôt qu'une autre. Ces arguments ont été regroupés par gravité et triés par catégories : caractéristiques de la douleur (**Tableau 7**), symptômes associés (**Tableau 8**), le terrain et citations des patients (**Tableau 9**) et éléments de langage (**Tableau 10**).

Arguments motivant les notes 1 et 2 (plus graves)	
Verbatim	Audio
Douleur au milieu de la poitrine	Douleur médio-thoracique
Douleur thoracique diffuse	Douleur épigastrique
Douleur épigastrique	Douleur constrictive / à type d'oppression
Douleur à type de serrement	Douleur à type de serrement
Douleur irradiant dans le bras gauche	Douleur à type de poing
Douleur irradiant dans la gorge	Douleur irradiant dans le bras gauche
Douleur augmentée à l'effort	Douleur irradiant dans le cou/la gorge
Tableau identique à ancien IDM	Tableau identique à ancien IDM
Douleur persistante	Douleur non reproductible
Douleur au repos	Douleur non majorée par l'inspiration
Douleur depuis 30 minutes	Douleur depuis 15-30 minutes
Apparition brutale, récente	Irradiation dans les deux bras
	Forte intensité de la douleur
	Douleur persistante
	Apparition brutale, récente
Arguments motivant les notes 3 et 4 (moins graves)	
Verbatim	Audio
Difficulté à localiser la douleur	Douleur diffuse
Douleur à type de coups	Douleur atypique
Douleur irradiant à droite	Douleur irradiant à droite
Pas d'irradiation de la douleur	Douleur à type de brûlure
Douleur présente depuis plusieurs jours	Douleur présente depuis plusieurs jours
Présence d'une position antalgique	Douleur à l'inspiration
Douleur majorée par le mouvement	Douleur reproduite à la palpation/mobilisation
Douleur majorée par l'inspiration	Douleur positionnelle
Douleur intermittente	Douleur à la toux
Pas de douleur au moment de l'appel	Douleur intermittente
Douleur après séance de sport	Douleur au repos
Faible intensité de la douleur / gêne	Faible intensité de la douleur / gêne
	Douleur soulagée par Paracétamol
	Douleur diminuant spontanément

Tableau 7. Arguments concernant les caractéristiques de la douleur (IDM : infarctus du myocarde)

Arguments motivant les notes 1 et 2 (plus graves)	
Verbatim	Audio
Sueurs Pâleur Dyspnée Hypotension artérielle Troubles de conscience Palpitations Jambe enflée isolée (suspicion TVP) Prurit (suspicion anaphylaxie) Insuffisance cardiaque / OAP Fausses routes	Sueurs Pâleur Dyspnée Hypotension artérielle Troubles de la conscience / somnolence Insuffisance cardiaque Œdème des membres inférieurs Prurit (suspicion anaphylaxie) Sensation de malaise Asthénie Tachycardie Douleur mollet (suspicion TVP) Fausses routes Enceinte
Arguments motivant les notes 3 et 4 (moins graves)	
Verbatim	Audio
Accumulation de symptômes Fièvre Colère/crise de pleurs (enfant) Crampes dans les mains Douleur abdominale Diarrhées Stress	Accumulation de symptômes Symptomatologie vague Syndrome grippal Crise de pleurs (enfant) Diarrhées Douleur abdominale Tremblements Crampes Nausées Vertiges Seins gonflés Palpitations Malaise vagal Mollet rouge enflé (suspicion érysipèle) Fièvre Pas de troubles de conscience

Tableau 8. Arguments concernant les symptômes associés (OAP : œdème aigu pulmonaire, TVP : Thrombose veineuse profonde)

Arguments motivant les notes 1 et 2 (plus graves)	
Verbatim	Audio
<p style="text-align: center;">Terrain</p> <p>Âge > 57 ans Antécédents cardio-vasculaires Antécédents d'IDM Antécédents thrombo-emboliques Suivi cardiologique récent Tabagisme actif Patch de Trinitrine Anémie Valvulopathie</p> <p style="text-align: center;">Citation des patients</p> <p>"Je ne suis pas trop bien" "C'est pire"</p> <p style="text-align: center;">Autres</p> <p>Appel transmis par le 18 Sortie récente d'hospitalisation Ancien militaire</p>	<p style="text-align: center;">Terrain</p> <p>Âge > 57 ans Antécédents cardio-vasculaires Facteurs de risque cardio-vasculaire Antécédents thrombo-emboliques Antécédents d'IDM Antécédents d'ACR Suivi cardiologique récent Tabagisme actif Anémie Valvulopathie Coronarographie récente Diabétique</p> <p style="text-align: center;">Citation des patients</p> <p>"Douleur différente des crises d'angoisse" "Ne se plaint jamais" "Il grimace"</p> <p style="text-align: center;">Autres</p> <p>Hospitalisation récente Prise d'un nouvel antibiotique</p>
Arguments motivant les notes 3 et 4 (moins graves)	
Verbatim	Audio
<p style="text-align: center;">Terrain</p> <p>Âge < 28 ans Antécédents de malaises vagues Contact médical récent Diagnostic posé par le médecin traitant</p> <p style="text-align: center;">Citation des patients</p> <p>"J'appelle pour un conseil" Veut aller seul à l'hôpital</p> <p style="text-align: center;">Autres</p> <p>"Parle trop" Phrases longues Marche et parle en même temps Est allé faire ses courses En sortie de soirée Partie travailler malgré la douleur</p>	<p style="text-align: center;">Terrain</p> <p>Âge < 28 ans Antécédents de crises d'angoisse Absence d'antécédents Notion d'activité physique Autonome Diagnostic posé par le médecin traitant Patch de nicotine Sous Seresta par le cardiologue Valvulopathie</p> <p style="text-align: center;">Citation des patients</p> <p>"J'appelle pour un conseil" Ne veut pas aller à l'hôpital</p> <p style="text-align: center;">Autres</p> <p>Consultation médecin traitant prévue le lendemain Se sent capable d'aller seul à l'hôpital Sortie de soirée Sortie récente de l'hôpital</p>

Tableau 9. Arguments concernant le terrain du patient, leur expression, divers. (IDM : infarctus du myocarde, ACR : arrêt cardio-respiratoire)

Arguments motivant les notes 1 et 2 (plus graves)	Arguments motivant les notes 3 et 4 (moins graves)
"Voix inquiétante"	"Voix rassurante"
"Dyspnée audible"	"Dyspnée selon le patient"
"Gémissement"	"Pas de dyspnée audible"
"Semble douloureux"	"Sibilants selon le patient"
"Pleurs"	"Parle normalement"
"Ne peut pas parler"	"Ton angoissé"
"Difficulté à parler"	"Voix calme"
"Il s'étouffe"	"Peur"
"Pas de phrase complète"	"Flux verbal normal"
"Parole hâchée"	"Bon débit de parole"
	"Parole fluide"

Tableau 10. Arguments concernant la prosodie

E. Évolution des hypothèses diagnostiques

Pour rappel, les diagnostics réels retenus lors du passage aux urgences ou lors de l'hospitalisation suivant l'intervention des services de secours sont récapitulés dans le **Tableau 2**.

Nous avons ensuite répertorié dans le **Tableau 11** les hypothèses diagnostiques formulées par les médecins régulateurs à chacune des phases. A noter qu'il s'agissait de texte libre et que certains formulaient parfois plusieurs hypothèses diagnostiques sur le même appel.

Nous pouvons ainsi voir que le principal diagnostic évoqué lors des deux phases est le syndrome coronarien, même s'il est un peu moins cité lors de la phase sur la prosodie qu'à la première phase (18.3% des diagnostics sur le verbatim, 15.5% sur la prosodie).

Cependant, il est peut-être plus parlant de voir l'évolution des hypothèses diagnostiques appel par appel. Le tableau étant très imposant, il est disponible dans la partie **Annexes**.

VERBATIM			PROSODIE		
Hypothèses diagnostiques	Effectifs	%	Hypothèses diagnostiques	Effectifs	%
Syndrome coronarien aigu	64	18,3	Syndrome coronarien aigu	56	15,5
Sans réponse	57	16,3	Sans réponse	41	11,3
Angoisse	20	5,7	Douleur pariétale	35	9,7
Douleur thoracique atypique	19	5,4	Angoisse	30	8,3
Douleur pariétale	18	5,1	Angor	20	5,5
Trouble du rythme	17	4,8	Pneumopathie	20	5,5
Angor	14	4	Insuffisance cardiaque/OAP	16	4,4
Pneumopathie	14	4	Troubles du rythme	14	3,9
Douleur musculaire	12	3,4	Anaphylaxie	10	2,8
Palpitations	12	3,4	Pneumothorax	10	2,8
Anaphylaxie	11	3,2	Douleur thoracique atypique	8	2,2
Embolie pulmonaire	11	3,2	Embolie pulmonaire	8	2,2
Malaise	8	2,3	Gastro-entérite aiguë	8	2,2
Insuffisance cardiaque/OAP	8	2,3	Palpitations	8	2,2
Pneumothorax	7	2	Digestif sp.	6	1,7
Douleur abdominale	6	1,7	Grippe/virose	6	1,7
Bronchite	5	1,4	Dissection aortique	5	1,4
Gastro-entérite aiguë	5	1,4	Douleur musculaire	5	1,4
Origine pulmonaire sp.	5	1,4	Anémie/déglobulisation	4	1,1
Dyspnée	4	1,1	Bronchite	4	1,1
Acido-cétose diabétique	3	0,9	Valvulopathie	4	1,1
Anémie	3	0,9	Acido-cétose	4	1,1
Arrêt cardio-respiratoire	3	0,9	Origine pulmonaire sp.	3	0,8
Péricardite	3	0,9	Grossesse	3	0,8
Dissection aortique	2	0,6	Hypovolémie	3	0,8
Sepsis	2	0,6	Intoxication nicotinique	3	0,8
Syndrome grippal	2	0,6	Malaise vagal	3	0,8
Valvulopathie	2	0,6	Pleurs post-colère	3	0,8
Colique hépatique	1	0,3	Reflux gastro-oesophagien	3	0,8
Colique néphrétique	1	0,3	Névralgie cervico-brachiale	3	0,8
Colite ischémique	1	0,3	Ivresse aiguë	2	0,6
Douleur métastatique	1	0,3	Hypotension artérielle	2	0,6
Epistaxis	1	0,3	Altération de l'état général	2	0,6
Grossesse	1	0,3	Troubles de la vigilance	2	0,6
Hémolyse	1	0,3	Blocage oesophagien	1	0,3
Hypercapnie	1	0,3	Grossesse extra-utérine	1	0,3
Hypotension artérielle	1	0,3	Origine gynécologique sp.	1	0,3
Ivresse aiguë	1	0,3	Maintien à domicile difficile	1	0,3
Myocardite	1	0,3	Péricardite	1	0,3
Traumatisme thoracique	1	0,3	Sepsis	1	0,3
			Urticaire	1	0,3
TOTAL	349	100	TOTAL	361	100

Tableau 11. Hypothèses diagnostiques selon les phases de l'étude

IV. Discussion

A. Influence de la prosodie

1. Résultats principaux

Tous les résultats semblent concorder dans le sens d'une amélioration de l'évaluation de la gravité avec l'ajout de la prosodie.

Nous avons pu voir dans le **Tableau 4** qu'il existe une différence significative d'appréciation de la gravité avec une gravité revue globalement à la baisse lors de l'ajout de l'audio. Cette dernière évaluation semble mieux corrélée à la réalité car la majorité des diagnostics finaux s'est révélée sans élément de gravité (crises d'angoisse, douleurs pariétales, pathologies digestives bénignes... représentant plus de 50% des appels étudiés - **Tableau 2**) et laisse donc supposer le rôle important de la prosodie dans l'exercice de régulation médicale.

Les moyens ensuite déclenchés suivent la même tendance que l'estimation de la gravité avec une différence significative en faveur d'une diminution du niveau de décision sur l'engagement du moyen après écoute des enregistrements. Nous pouvons remarquer que l'ajout de la prosodie a permis d'éviter d'envoyer des véhicules de SMUR pour de simples crises d'angoisse ou des douleurs pariétales (**Annexe**).

Enfin, nous avons pu mettre en évidence une baisse significative du temps moyen nécessaire à la prise de décision avec une moyenne de 92 secondes IC = [84-101] lors de l'étape verbatim de l'étude, et de 79 secondes IC = [72-87] lors de l'étape audio, soit un gain de 13 secondes avec l'ajout de la prosodie sur des appels dont la durée moyenne est de 184 secondes (soit environ 3 minutes, écart-type [96-273]). En réalité les appels ont une durée supérieure à 184 sec puisque les appels ont été anonymisés en coupant identités et adresses. Ce gain de 13 secondes n'impacte évidemment pas la qualité de la prise en charge du patient. Mais ces 13 secondes confortent de manière significative l'importance de la prosodie et renforcent l'idée qu'à elle seule l'IA ne peut pour le moment supplanter totalement l'analyse humaine.

2. Arguments apportés

Lorsque nous détaillons les arguments apportés par les médecins régulateurs pour justifier l'attribution de leurs notes de gravité, nous pouvons remarquer dans les **Tableaux 7 à 9** que les éléments retenus pour justifier une note de 1 ou 2 (les plus graves) sont globalement superposables entre le verbatim et la prosodie. Ces éléments (caractéristiques de la douleur, symptômes associés, terrain du patient) correspondent tous aux caractéristiques et facteurs de risque des infarctus du myocarde (IDM) tels que décrits par la Fédération Française de Cardiologie (28). Il s'agit d'une douleur typiquement intense, rétrosternale à type de serrement, d'oppression, évoluant initialement en vague ou, d'emblée, brutale, persistant depuis au moins 20 minutes et pouvant irradier vers la gorge, la mâchoire, l'épaule, les bras et parfois les poignets. Cette douleur est souvent accompagnée de sueurs, pâleur, dyspnée, troubles de conscience : ce sont également les symptômes associés les plus relevés par les régulateurs lors des appels, tous cités plus de vingt fois. La présence d'antécédents cardio-vasculaires, ainsi que des facteurs de risque cardio-vasculaires déjà bien décrits par la littérature (29) tels que l'âge, le tabagisme actif ou le diabète sont venus confirmer les éléments cliniques relevés.

Pour ce qui est des arguments en faveur d'une note de 3 ou 4, ils comprennent les éléments qui viennent directement en contradiction avec les caractéristiques de l'IDM : localisation ou une irradiation inhabituelle de la douleur, faible intensité de la douleur, une douleur intermittente ou reproductible à la palpation ou au mouvement. De même, un patient jeune n'ayant aucun antécédent cardio-vasculaire et étant connu pour avoir déjà fait des malaises vagues ou des crises d'angoisse va plutôt être classé dans les classes 3-4 de gravité. Le fait d'appeler pour demander un conseil, de refuser une consultation aux urgences, d'avoir vu un médecin dans les jours précédents ou d'avoir pu continuer ses activités de la vie quotidienne malgré la douleur sont également des arguments rassurant pour les médecins régulateurs.

Concernant les symptômes associés justifiant une note de 3/4, on peut noter que ceux relevés pendant la phase sur le verbatim ont tous été repris lors de l'étape audio (le stress est retrouvé dans le **Tableau 10** où les régulateurs ont rapporté des tons angoissés pour justifier des notes de faible gravité). Nous pouvons également remarquer que de nombreux symptômes sont venus s'ajouter lors de la phase audio. Cela peut faire évoquer une attention accrue des médecins régulateurs aux symptômes associés lors de l'écoute des enregistrements. On peut

imaginer qu'il existait une discordance de gravité entre les propos tenus par les patients et leur voix et que les médecins régulateurs se soient servi des symptômes associés pour justifier leur choix d'attribuer une note de faible gravité.

Enfin, le **Tableau 10** rapporte les éléments de prosodie notés par les médecins régulateurs. Ces éléments de langage peuvent aussi bien concerner un élément objectif : incapacité à parler correctement, dyspnée audible ou non, qu'un élément plus subjectif : « voix rassurante » ou « inquiétante », « semble douloureux » ...

3. Hypothèses diagnostiques

Les hypothèses diagnostiques ont été consignées dans le **Tableau 11**. Nous pouvons voir que le syndrome coronarien aigu reste le principal diagnostic évoqué lors des deux phases et vient confirmer le fait que le SCA semble bien être le diagnostic grave le plus redouté par les médecins régulateurs dans la régulation des douleurs thoraciques.

Nous pouvons noter également que le taux de sans réponse est passé de 16,3 à 11,3% ce qui montre que la prosodie a bien une valeur ajoutée pour aider le médecin régulateur à formuler ses hypothèses diagnostiques.

Il est intéressant de constater l'augmentation importante des diagnostics d'angoisse (de 5.7 à 8.3%) et des douleurs pariétales (de 5.1 à 9.7%) lors de l'étape audio, qui se rapprochent donc des diagnostics finaux qui retrouvaient 3 crises d'angoisse, soit 10%, et 7 douleurs pariétales, soit 23% des diagnostics.

B. Une influence différente en fonction de l'expérience

1. Jeunes régulateurs vs. Anciens lors de chaque phase

La première analyse en sous-groupe (**Tableau 5**) est conforme aux attentes que l'on pouvait en avoir avec une absence de différence significative, que ce soit en matière d'estimation de la gravité, de moyens déclenchés ou de temps de stabilisation de la décision, lors de la partie sur le verbatim entre jeunes et anciens régulateurs. L'estimation basée sur le

verbatim laissant peu de place aux éléments subjectifs, nous pouvons comprendre cette absence de différence.

C'est dans la partie concernant la prosodie qu'apparaissent les premiers écarts avec une différence significative de réponse entre les jeunes et les anciens régulateurs. Cependant, cette différence n'est significative que pour l'estimation de la gravité, et non dans les moyens déclenchés. En effet, même si les jeunes régulateurs semblent revoir la gravité globale des appels à la baisse comparativement aux plus anciens, il n'existe pas de différence dans le niveau de moyens engagés. On pourrait trouver cela incohérent, car l'envoi de moyens est normalement corrélé à la gravité de la pathologie, mais il y a plusieurs explications possibles :

- La population de notre étude n'est peut-être tout simplement pas suffisamment importante pour mettre en évidence une différence significative.
- Il peut exister un contexte environnemental imposant un certain type de prise en charge en dépit de l'évaluation de la gravité. L'exemple typique est le cas de la personne âgée fragile dont une pathologie même bénigne peut remettre en question son autonomie et son maintien à domicile de manière temporaire, auquel cas, l'envoi d'une ambulance est nécessaire.
- Il existe le principe de précaution en régulation médicale instituant que le doute doit toujours bénéficier au patient. Il est possible pour certains cas que les éléments objectifs viennent en contradiction avec les éléments subjectifs : un patient peut tenir un discours avec des caractéristiques objectives inquiétantes de la douleur mais avec une voix ne semblant pas corroborer ce discours et paraissant rassurante, auquel cas le régulateur peut percevoir l'appel comme non grave, mais compte-tenu des éléments factuels recueillis, envoyer tout de même un moyen par principe de précaution.
- Enfin la non-disponibilité d'une ressource : l'absence d'une médecine de ville et donc de visite au domicile, pouvant être suffisante, peut imposer une orientation vers les urgences avec l'engagement d'une ambulance privée, réhaussant sans nécessité clinique le moyen engagé.

Concernant la comparaison du temps nécessaire à la stabilisation de la décision, nous n'avons pas obtenu de différence significative entre les deux groupes de régulateurs pendant la phase audio. On peut cependant observer que le groupe des jeunes régulateurs semblait plus rapide que le deuxième groupe pendant la phase sur le verbatim mais que les tendances se sont

inversées pendant la phase audio. Ceci peut s'expliquer par l'importance de la prosodie pour les régulateurs expérimentés. La simple lecture du verbatim ne leur permet pas de valider définitivement leur décision (augmentant le temps de la prise de décision) puisque, par expérience, la prosodie fait partie intégrante du processus décisionnel. Ceci confirme que le jeune régulateur doit « apprendre » à intégrer la prosodie dans sa démarche de régulation. Il est facile de valider un signe clinique factuel il est plus difficile de le corrélérer à une intonation de voix pour en déterminer sa gravité.

2. Verbatim vs. Prosodie dans chaque groupe

C'est lors de cette analyse que nous avons pu voir que les deux groupes d'expérience ont été affectés de manière très différente par l'ajout de la prosodie.

En effet, nous pouvons voir dans le **Tableau 6** que dans le groupe des régulateurs ayant moins de cinq ans d'expérience, on retrouvait une différence significative entre le verbatim seul et l'audio dans l'appréciation de la gravité et les moyens déclenchés, avec une tendance à la diminution de la gravité et du niveau de moyens engagés pour les pathologies mineures conformément à ce que nous avons pu observer avec les diagnostics finaux, et confirmant la concordance de la décision de la régulation avec la pathologie du patient. Nous ne notons pas de modification significative pour les pathologies majeures (**Annexe**). Il n'existe pas de différence significative dans le temps moyen nécessaire à la stabilisation de la décision.

Pour le groupe des régulateurs de plus de cinq ans d'expérience, on retrouve une nette amélioration dans le temps nécessaire à la stabilisation de la décision, avec un gain moyen de 22 secondes sur des appels dont la durée moyenne est de 3 minutes. Toutefois, nous n'avons pas retrouvé de différence significative dans leur estimation de la gravité ou des moyens déclenchés.

Nous nous attendions à ce que les régulateurs les plus expérimentés, maîtrisant la prosodie et entraînés par leurs années de régulation à reconnaître les nuances de discours et les émotions dans les voix, modifient leur niveau de gravité ainsi que le moyen engagé, comme les jeunes régulateurs l'ont fait avec pertinence. Mais l'absence de différence significative, principalement pour les pathologies mineures, peut avoir pour explication deux hypothèses :

- Le nombre de patients inclus dans l'étude n'est pas suffisant pour mettre en évidence l'impact de la prosodie sur la régulation des pathologies mineures.
- La prosodie est principalement un outil de renfort de décision déjà prise, permettant une prise de décision plus rapide mais ne modifiant pas la décision en elle-même. Il est probable que dans leur carrière les régulateurs plus expérimentés ont modifié leur décision à cause d'une prosodie faussement rassurante, entraînant dans quelques cas une erreur de régulation. Ainsi pour les pathologies mineures, les médecins régulateurs appliquent un principe de précaution où le doute bénéficie au patient, avec probablement une surévaluation de la gravité. Cette surévaluation protégerait ainsi les quelques situations à risque d'une décision inadaptée. Cette analyse corroborerait ainsi notre première hypothèse d'un nombre trop faible de bandes écoutées pour « révéler » ces cas.

C. Limites de l'étude

1. Population

Le calcul de nombre de sujets nécessaires n'ayant pas pu être effectué par manque d'études similaires sur le sujet, il est possible que notre population n'ait pas été suffisamment importante pour pouvoir obtenir des résultats significatifs pour toutes les analyses effectuées. Il serait intéressant de reproduire cette étude avec une population plus grande, aussi bien en termes de dossiers étudiés que de médecins régulateurs afin de voir si les résultats restent superposables ou si des différences significatives supplémentaires seraient mises en évidence, notamment pour les analyses en sous-groupe.

Par ailleurs, la population de nos appels était très variée concernant les critères d'âge et la répartition des sexes. Notre échantillon n'est probablement pas représentatif des pathologies habituellement retrouvées en activité SAMU/SMUR. En effet, nous ne retrouvons par exemple qu'un seul syndrome coronarien aigu avéré dans notre échantillon alors qu'ils représentent selon diverses sources 25% de l'activité cardiologique du SAMU (30). Nous avons mis en évidence une différence significative en faveur de la prosodie sur un échantillon représentant majoritairement des pathologies qui se sont avérées bénignes, il serait intéressant de voir si cette

différence serait également retrouvée dans des échantillons comprenant majoritairement des pathologies graves.

Toutefois, même si cette différence n'était pas mise en évidence pour la régulation des cas graves, il reste que la prosodie semble permettre la détection des cas les moins graves et permettrait ainsi une meilleure adaptation des moyens déclenchés dans un contexte d'économie de moyens en faveur des cas les plus graves. Il faut cependant rester prudent, elle peut exposer certaines pathologies réellement graves à une erreur d'interprétation consécutive à une prosodie faussement rassurante.

2. Montage des appels

Nous avons pris le parti de ne pas exclure de la retranscription du verbatim et du montage audio la partie de l'engagement des moyens dans les appels initiaux. Le fait de connaître la décision prise au moment de la régulation pouvait évidemment influencer l'analyse du verbatim et de l'audio et créer un biais. Mais dans certains enregistrements, le patient était en désaccord avec la décision du médecin régulateur concernant l'envoi de moyens, faisant poursuivre l'échange. Couper cette discussion au montage aurait engendré la perte de nombreuses informations pouvant se révéler importantes pour la prise de décision des médecins régulateurs.

3. Reproductibilité des appels

Plusieurs médecins régulateurs ont rapporté des difficultés à évaluer la gravité et le moyen qu'ils déclencheraient parce qu'ils n'ont pas eux-mêmes régulés l'appel en argumentant que des questions qu'ils estiment cruciales à la prise de décision n'ont pas été posées.

Il existe différents protocoles d'aide à la régulation des douleurs thoraciques indiquant quelles questions poser afin d'éviter une perte d'informations importantes pouvant modifier la gravité d'un appel (31–33).

Chaque médecin régulateur au cours de son expérience se crée sa propre grille d'analyse et dévie des protocoles standardisés. Ainsi il aurait été intéressant d'étudier des appels avec un questionnaire guidé par des grilles protocolisées afin de s'assurer que les mêmes questions soient posées à tous les appelants dans le respect des recommandations professionnelles. Ceci

permettrait probablement de mettre en avant la réelle place de la prosodie dans la régulation médicale.

V. Conclusion

Cette étude a permis de montrer que la prosodie influençait bien les médecins régulateurs dans l'évaluation de la gravité, le temps nécessaire à la stabilisation de la décision et la décision du moyen à engager. Il a été remarquable de constater qu'elle permettait de réajuster l'évaluation de la gravité pour les pathologies mineures dans les deux groupes, mais qu'elle avait une interprétation et conséquence différentes en fonction du nombre d'années de régulation. Réajustant l'engagement du moyen pour les régulateurs moins expérimentés, elle permettait d'accélérer la prise de décision sans la modifier pour les régulateurs plus expérimentés, surévaluant le moyen engagé, mais permettant probablement d'éviter une sous-évaluation de la gravité d'un appel associé à une prosodie faussement rassurante.

Il apparaît au vu de nos résultats au cours de cette étude que les intelligences artificielles ayant pour but d'aider, voire un jour de remplacer les médecins régulateurs, ne pourront se développer pleinement qu'à la condition d'inclure l'analyse de la prosodie afin d'affiner leur démarche diagnostique et de prendre les meilleures décisions possibles pour les patients.

C'est d'ailleurs dans cette réflexion qu'est né le projet AQUA (Aide à la Qualification de l'Urgence de l'Appel) au CHU d'Amiens Picardie. C'est un projet liant intelligence artificielle et régulation médicale dont le but est de faire analyser par une IA dès la présentation de l'appel au SAMU, avant même le décroché par l'ARM, les éléments qui peuvent caractériser un appel (ambiance sonore, prosodie ...) ainsi que des mots clés tels que « il ne respire plus » ou « il est inconscient » ... Une qualification précoce de la gravité de l'appel permettrait probablement à la régulation de présenter les appels les plus graves en priorité et d'améliorer la prise de décision. Ce projet est financé dans le cadre des « investissements d'avenir » et est actuellement en phase de sélection de l'industriel.

Le développement de l'analyse de la prosodie par les intelligences artificielles encore inimaginable il y a quelques années va peut-être devenir réalité. Les perspectives en matière d'IA et les immenses capacités d'apprentissage du *Machine Learning* semblent pleines de promesses.

Comme le disait John Dewey, philosophe américain du XX^{ème} siècle « Tout grand projet scientifique est né d'une nouvelle audace de l'imagination », à voir maintenant si l'intelligence artificielle parviendra bien à combler nos aspirations comme nous l'espérons.

VI. Annexe – Récapitulatif de l'évolution des hypothèses

Em.	Diagnostic établi	Hypothèses diagnostiques - Verbatim	Moyens déclenchés - Verbatim	Hypothèses diagnostiques - Audio	Moyens déclenchés - Audio
1.	Vertiges Cycle troponine négatif et ECG normal	Syndrôme coronarien aigu	5 SMUR	Syndrôme coronarien aigu	5 SMUR
		Arrêt cardio-respiratoire Malaise / syncope Ne sait pas	3 Ambulance 1 2	Troubles de la vigilance Dissection aortique Ne sait pas	2 Ambulance 1 2
2.	Douleur thoracique chez patient artérielle Cycle troponine négatif et ECG normal	Syndrôme coronarien aigu	10 SMUR	Syndrôme coronarien aigu	10 SMUR
				Angor Reflux gastro-oesophagien	1 1
3.	Angor spastique	Troubles du rythme	5 SMUR	Syndrôme coronarien aigu	5 SMUR
		Syndrôme coronarien aigu Insuffisance cardiaque / OAP Angor	3 Ambulance 2 1	Angoisse Palpitations Troubles du rythme	2 Ambulance 2 2
4.	Allergie Clamoxyl sans signe de choc	Anaphylaxie / réaction allergique	9 SMUR	Anaphylaxie / réaction allergique	9 SMUR
		Embolie pulmonaire	2 Ambulance	Embolie pulmonaire Urticaire	1 Ambulance 1
5.	FA symptomatique	Palpitations	6 Ambulance	Troubles du rythme	9 Ambulance
		Troubles du rythme Douleur thoracique atypique Ne sait pas	4 SMUR 1 1	Palpitations Angor	3 SMUR 2 SOS Médecins
6.	Syndrôme coronarien aigu ST+	Syndrôme coronarien aigu	7 SMUR	Syndrôme coronarien aigu	8 SMUR
		Hypertension Pneumopathie Ne sait pas	1 Ambulance 1 2	Angor Dissection aortique Ne sait pas	1 Ambulance 1 2
7.	Spasmes coronariens	Syndrôme coronarien aigu	9 SMUR	Syndrôme coronarien aigu	9 SMUR
		Ne sait pas	1	Angoisse Dissection aortique Ne sait pas	1 1 1
8.	Myocardite aiguë	Angor	2 Ambulance	Grippe / virose	5 SOS Médecins
		Pneumopathie Syndrôme grippal Colique hépatique Douleur musculaire Douleur thoracique atypique Dissection aortique Embolie pulmonaire Péricardite Pneumothorax Origine pulmonaire sans précision	2 SOS Médecins 2 SMUR 1 1 1 1 1 1 1 1	Pneumopathie Angoisse Douleur musculaire Douleur pariétale	2 Ambulance 1 1 1 1

Enr.	Diagnostic établi	Hypothèses diagnostiques - Verbatim	Moyens déclenchés - Verbatim	Hypothèses diagnostiques - Audio	Moyens déclenchés - Audio
9.	Angor spasmodique	Insuffisance cardiaque / OAP Syndrome coronarien aigu Ne sait pas	7 Ambulance 1 SMUR 2	8 Insuffisance cardiaque / OAP 2	10 Ambulance
11.	Précordialgie	Angor Douleur thoracique atypique Angoisse Syndrome coronarien aigu Ne sait pas	3 Ambulance 2 SMUR 1 1 4	9 Angor 1 Angoisse Syndrome coronarien aigu Ne sait pas	5 Ambulance 2 Conseil téléphonique 1 3
12.	Hyponatémie, hypokaliémie Contusion épaule	Douleur musculaire Angor Syndrome coronarien aigu Douleur métastatique Douleur pariétale Douleur thoracique atypique	5 Ambulance 2 SMUR 2 1 1 1	7 Syndrome coronarien aigu 2 Angor 1 Conseil téléphonique	5 Ambulance 3 SMUR 1 SOS Médecins 1 1
13.	Gastro-entérite aiguë	Gastro-entérite aiguë Douleur abdominale Syndrome coronarien aigu Ne sait pas	4 Ambulance 3 SOS Médecins 1 3	8 Gastro-entérite aiguë 2 Origine digestive sans précision Douleur thoracique atypique Ne sait pas	5 SOS Médecins 2 1 2
14.	Laryngite	Pneumopathie Bronchite Douleur pariétale Sepsis Ne sait pas	5 Ambulance 2 SOS Médecins 2 1 1	8 Pneumopathie 2 Insuffisance cardiaque / OAP Bronchite Syndrome coronarien aigu	9 Ambulance 2 SMUR 1 1
16.	Douleur intercostale sur effort de toux	Angoisse Bronchite Pneumopathie Douleur thoracique atypique Malaise Origine pulmonaire sans précision Sepsis Ne sait pas	5 Ambulance 2 SOS Médecins 2 1 1 1 1	6 Pneumopathie 4 Angoisse Bronchite Douleur pariétale Malaise vagal	4 Ambulance 3 SOS Médecins 2 2 1
17.	Douleur pariétale	Douleur pariétale Douleur thoracique atypique Péricardite Pneumothorax Ne sait pas	4 SOS Médecins 2 Ambulance 1 1 2	6 Douleur pariétale 4 Origine pulmonaire sans précision Pneumothorax	8 SOS Médecins 1 Ambulance 1

Enr.	Diagnostic établi	Hypothèses diagnostiques - Verbatim	Moyens déclenchés - Verbatim	Hypothèses diagnostiques - Audio	Moyens déclenchés - Audio		
18.	Névralgie intercostale	Anaphylaxie / réaction allergique Angoisse Angor Colique néphrétique Douleur abdominale Douleur musculaire Douleur thoracique atypique Ne sait pas	2 1 1 1 1 1 1 3	Douleur pariétale Anaphylaxie / réaction allergique Origine digestive sans précision Douleur thoracique atypique Pneumothorax Ne sait pas	3 1 1 1 1 4	SOS Médecins Ambulance	8 2
19.	Douleur thoracique atypique	Douleur pariétale Trouble du rythme Angor Douleur thoracique atypique Hémolyse Syndrome coronarien aigu Ne sait pas	3 2 1 1 1 1 1	Douleur pariétale Anémie / déglobulisation Angoisse Angor Névralgie cervico-brachiale Troubles du rythme Ne sait pas	2 1 1 1 1 4	SOS Médecins Ambulance	6 4
20.	Crise d'angoisse	Palpitations Syndrome coronarien aigu Troubles du rythme Ne sait pas	4 2 2 2	Angoisse Palpitations Hypotension artérielle Ne sait pas	5 3 1 2	SOS Médecins Ambulance	7 3
21.	Spasmodicité	Angoisse Malaise vagal Ne sait pas	5 5 1	Angoisse Malaise vagal Troubles du rythme	9 2 1	SOS Médecins Ambulance	10
22.	Névralgie intercostale	Douleur musculaire Pneumothorax Douleur pariétale Origine pulmonaire sans précision Traumatisme thoracique	3 3 2 1 1	Douleur pariétale Pneumothorax Douleur musculaire	5 5 2	SOS Médecins Ambulance	6 4
23.	Névralgie intercostale	Douleur musculaire Douleur pariétale Douleur thoracique atypique Syndrome coronarien aigu Ne sait pas	2 1 1 1 5	Douleur pariétale Intoxication nicotinique Angoisse Bronchite Douleur thoracique atypique Pneumopathie	4 3 1 1 1 1	SOS Médecins Ambulance	9 1
24.	"Divers gynéco"	Douleur abdominale Angoisse Bronchite Douleur thoracique atypique Grossesse Ivresse aiguë Ne sait pas	2 1 1 1 1 1 4	Grossesse Gastro-entérite aiguë Ivresse aiguë Origine digestive sans précision Douleur thoracique atypique Grossesse extra-utérine Grippe / virose Origine gynécologique sans précision Ne sait pas	3 2 2 1 1 1 1 1	SOS Médecins Ambulance Conseil téléphonique	6 3 1

Enr.	Diagnostic établi	Hypothèses diagnostiques - Verbatim	Moyens déclenchés - Verbatim	Hypothèses diagnostiques - Audio	Moyens déclenchés - Audio
25.	Angoisse	Angoisse Péricardite Pneumothorax Ne sait pas	5 SOS Médecins 1 Ambulance 1 3	8 Pleurs post-coloére (enfant) 2 Angoisse Blocage oesophagien Gastro-entérite aigüe Origine digestive sans précision Troubles du rythme Ne sait pas	3 SOS Médecins 1 Ambulance 1 1 1 1 1
26.	Douleur thoracique sans étiologie retrouvée dans le cadre de la grossesse	Embolie pulmonaire Syndrome coronarien aigu Ne sait pas	7 Ambulance 2 SMUR 1	8 Embolie pulmonaire 2 Névralgie cervico-brachiale Ne sait pas	5 Ambulance 2 SOS Médecins 3 SMUR
27.	Tendinite	Syndrome coronarien aigu Angor Douleur pariétale Douleur thoracique atypique Origine pulmonaire sans précision Ne sait pas	3 Ambulance 1 SMUR 1 SOS Médecins 1 1 3	7 Angor 2 Syndrome coronarien aigu 1 Douleur thoracique atypique Angoisse Douleur musculaire Ne sait pas	3 Ambulance 3 SOS Médecins 2 SMUR 1 1 2
28.	Contusion	Pneumopathie Douleur thoracique atypique Douleur pariétale Dyspnée Ne sait pas	3 Ambulance 2 SOS Médecins 1 1 4	8 Douleur pariétale 2 Pneumopathie Altération de l'état général Origine digestive sans précision Origine pulmonaire sans précision Ne sait pas	4 Ambulance 3 SOS Médecins 1 1 1 1
29.	Névralgie intercostale	Douleur pariétale Troubles du rythme Douleur thoracique atypique Origine pulmonaire sans précision Pneumothorax Syndrome coronarien aigu Ne sait pas	3 SOS Médecins 2 Ambulance 1 1 1 1 2	6 Douleur pariétale 4 Pneumothorax Douleur thoracique atypique Origine pulmonaire sans précision Ne sait pas	3 SOS Médecins 3 Ambulance 1 1 3
30.	Douleur thoracique atypique	Syndrome coronarien aigu Angoisse Douleur thoracique atypique Ne sait pas	7 SMUR 1 Ambulance 1 1	8 Syndrome coronarien aigu 2 Angoisse Angor Douleur pariétale Embolie pulmonaire	8 SMUR 1 Ambulance 1 1 1

VII. Références bibliographiques

1. Modalités de prise en charge d'un appel de demande de soins non programmés dans le cadre de la régulation médicale. HAS, mars 2011
2. Fac-similé JO du 03/12/1965, page 10843 | Legifrance [Internet]. [cité 19 août 2020]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000000669322&pageCourante=10843
3. Circulaire DGS/650/MS 4 du 19 juillet 1972 relative aux directives générales en ce qui concerne les secours médicaux d'urgence (aide de l'Etat). - Programme finalisé de sécurité routière (sous-programme «secours routier»). - APHP DAJ
4. Vincent FM Jérôme. EXCLUSIF. Palmarès des Samu : quand le 15 répond mieux. Le Point. 2019
5. SFMU, SUDF. SAMU Centres 15 : référentiel et guide d'évaluation. Mars 2015. [Internet]. [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: https://www.samu-urgences-de-france.fr/medias/files/155/802/sfmu-sudf_referentiel_samu_2015.pdf
6. Giroud M. La régulation médicale en médecine d'urgence. Réanimation. déc 2009;18(8):737-41.
7. Barrier G. Les appels d'urgence au Samu. Comptes Rendus Académie Sci - Ser III - Sci Vie. juill 2001;324(7):663-6.
8. Nemitz B. Advantages and limitations of medical dispatching: the French view. Eur J Emerg Med. sept 1995;2(3):153-159.
9. Coget J-F, Haag C, Bonnefous A-M. Le rôle de l'émotion dans la prise de décision intuitive : zoom sur les réalisateurs-décideurs en période de tournage. M@n@gement. 2009;Vol. 12(2):118-41.
10. Habib M. Influence des émotions sur la prise de décision chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte: Comment le contexte socio-émotionnel et le développement des émotions contrefactuelles influencent-ils nos choix? :197.
11. Burgoon JK, Birk T, Pfau M. Nonverbal Behaviors, Persuasion, and Credibility. Hum Commun Res. sept 1990;17(1):140-69.
12. Boidron L, Boudenia K, Avena C, Boucheix J-M, Aucouturier J-J. Emergency medical triage decisions are swayed by computer-manipulated cues of physical dominance in caller's voice. Sci Rep. sept 2016;6(1):30219.
13. Hockey GR. Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload; a cognitive-energetical framework. Biol Psychol. 21 mars 1997;45(1-3):73-93.
14. Adler RF, Benbunan-Fich R. Juggling on a high wire: Multitasking effects on performance. Int J Hum-Comput Stud. 1 févr 2012;70(2):156-68.

15. Stewart J, Sprivilis P, Dwivedi G. Artificial intelligence and machine learning in emergency medicine. *Emerg Med Australas*. 2018;30(6):870-4.
16. Handelman GS, Kok HK, Chandra RV, Razavi AH, Lee MJ, Asadi H. eDoctor: machine learning and the future of medicine. *J Intern Med*. 2018;17.
17. Liu N, Zhang Z, Wah Ho AF, Ong MEH. Artificial intelligence in emergency medicine. *J Emerg Crit Care Med*. oct 2018;2:82-82.
18. Berikol GB, Yildiz O, Özcan İT. Diagnosis of Acute Coronary Syndrome with a Support Vector Machine. *J Med Syst*. avr 2016;40(4):84.
19. Greenes RA, Shortliffe EH. Medical Informatics: An Emerging Academic Discipline and Institutional Priority. *JAMA*. 23 févr 1990;263(8):1114-20.
20. Berikol GB, Berikol G. Use of artificial intelligence in emergency medicine. In: *Artificial Intelligence in Precision Health*. Elsevier; 2020 p. 405-13.
21. Blomberg SN, Folke F, Ersbøll AK, Christensen HC, Torp-Pedersen C, Sayre MR, et al. Machine learning as a supportive tool to recognize cardiac arrest in emergency calls. *Resuscitation*. mai 2019;138:322-9.
22. Corti Cardiac Arrest Detection Demo [Internet]. 2018 [cité 6 sept 2020]. Disponible sur: https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=DfeDjtAQKRc&ab_channel=AndreasCleve
23. Bentouhami N, Bollerot F, Berthier F, Goldstein P, Hamel V, Assez N. Les motifs de recours (MDR) des appels réceptionnés par les PSM sont-ils comparables ? :1.
24. Møller TP, Ersbøll AK, Tolstrup JS, Østergaard D, Viereck S, Overton J, et al. Why and when citizens call for emergency help: an observational study of 211,193 medical emergency calls. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. déc 2015;23(1):88.
25. Lapostolle F, Ruscev M, Darricau S, Petrovic T, Lapandry C, Adnet F. Stratégie diagnostique en urgence, d'un patient présentant une douleur thoracique. *Prat En Anesth Réanimation*. avr 2010;14(2):101-5.
26. Berthelot J-M. Causes systémiques ou originales de douleurs thoraciques. *Rev Rhum Monogr*. avr 2015;82(2):94-9.
27. Boidron L, Boudenia K, Avena C, Boucheix J-M, Aucouturier J-J. Emergency medical triage decisions are swayed by computer-manipulated cues of physical dominance in caller's voice. *Sci Rep*. sept 2016;6(1):30219.
28. FEDECARDIO | L'infarctus du myocarde [Internet]. <https://www.fedecardio.org>. 2016 [cité 3 sept 2020]. Disponible sur: <https://www.fedecardio.org/Les-maladies-cardio-vasculaires/Les-pathologies-cardio-vasculaires/linfarctus-du-myocarde>
29. Collart P, Coppieters Y, Dramaix M, Levêque A. Infarctus aigu du myocarde à Charleroi : évolution des facteurs de risque et des pratiques thérapeutiques. *Ann Cardiol Angéiologie*. août 2013;62(4):233-40.

30. Goldstein P, Assez N, Wiel E. Syndrome coronaire aigu. Quelles stratégies pour les urgentistes en 2013 ? 2013;9.
31. Milns K. Évaluation d'un protocole pour la régulation de la douleur thoracique au SAMU 74. :41.
32. Penverne Y, Jenvrin J, Debierre V, Martinage A, Arnaudet I, Bunker I, et al. Régulation médicale des situations à risque. 2011;20.
33. Perfus J.P., Belle L. Douleur thoracique non traumatique. Guide d'aide à la régulation au SAMU Centre 15. SFEM 2009 2nd Ed 3 P.