



# MÉTIERS DE L'INGÉNIEUR GÉNÉRALISTE : SANTÉ

## Rapport

### Auteurs

Pierre BELAMRI  
Emma BOU HANNA  
Sandra CLODION  
Myrtille DAVID  
Eva DÉCORPS  
Charlotte DE MAILLY NESLE  
Laura GARDA  
Camille KLOPOCKI  
Simon LECONTE  
Maxence MAHÉ  
Benjamin PIET  
Marie-Clémentine QUILLERIET  
Audrey ROCHÉ  
Antoine SION

### Référents

Daniel ABERGEL  
Mickael BASSON  
Alain BESSIS  
Frédéric KLETZ

# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b><u>PARTIE I : L'HTA: UNE MALADIE SILENCIEUSE, SOUS DIAGNOSTIQUÉE ET MAL PRISE EN CHARGE</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b>I. L'hypertension artérielle, une pathologie qu'on sait traiter</b>	<b>5</b>
I. 1. Physiopathologie de l'hypertension artérielle	5
I. 2. Effets et complications de l'HTA	6
I. 3. La mesure de la pression artérielle	7
I. 4. Les traitements de l'hypertension artérielle	8
<b>II. Des failles dans la prise en charge de l'HTA</b>	<b>10</b>
II. 1. Le problème du dépistage	10
II. 2. La question de l'observance	11
II. 3. Les failles du système de santé	14
<b>III. La e-santé, des solutions pour l'HTA?</b>	<b>15</b>
III. 1. Les dispositifs déjà mis en place pour améliorer la prise en charge de l'HTA	15
III. 2. Les limites des outils de e-santé	16
III. 3. L'importance du facteur humain dans l'observance au traitement	17
<b>Conclusion et contours des mini-projets</b>	<b>18</b>
<b><u>PARTIE II : MINI-PROJETS</u></b>	<b><u>19</u></b>
<b>Mini-projet n°1 : Prévention, deux solutions complémentaires proposées</b>	<b>19</b>
Campagnes de sensibilisation dans les lycées	19
Projet de prévention et dépistage en pharmacies	22
<b>Mini-projet n°2 : Site internet</b>	<b>25</b>
Le fonctionnement du site web	25
Les différents acteurs visés	26
Aspects économiques et techniques	28
Limites et perspectives d'amélioration	28
<b>Mini-projet n°3 : Étude économique</b>	<b>30</b>
Objectifs de l'étude	30
Réalisation de l'étude : l'algorithme	30
Limites imposées par l'accès aux données	31
Les résultats	33
<b>CONCLUSION</b>	<b>36</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>41</b>

---

# INTRODUCTION

Le nombre d'individus atteints d'hypertension artérielle dans le monde a quasiment doublé ces quarante dernières années : en 2015, on comptait 1,13 milliards d'hypertendus (soit 15% de la population mondiale), contre 594 millions (soit 14,8%) en 1975 (1). Cette maladie chronique qui touche une si large partie de la population mondiale est caractérisée par des valeurs de pressions artérielles trop élevées. En France, on estime qu'un adulte sur trois est touché par l'hypertension artérielle. Il existe aujourd'hui des traitements antihypertenseurs permettant de ramener la pression artérielle à une valeur normale. Malgré cela, 23% de la population française vit encore avec une pression artérielle trop élevée.

Bien que les symptômes de cette maladie soient rares et peu handicapants au quotidien, ce constat est alarmant. En effet, les complications liées à l'hypertension artérielle sont multiples et sérieuses : accident vasculaire cérébral, infarctus du myocarde, insuffisance rénale, démences... L'hypertension artérielle serait ainsi responsable de près de **10 millions de décès par an dans le monde** (2) : il s'agit là d'un véritable problème de santé publique.

Ce problème est à envisager dans le contexte actuel de l'essor du numérique, et en particulier de la e-santé. Le terme « e-health », traduit en français par « e-santé », a été introduit en 1999, et désignait alors « l'usage combiné de l'internet et des technologies de l'information à des fins cliniques, éducationnelles et administratives, à la fois localement et à distance » (3). Aujourd'hui, le terme « e-santé » désigne de manière plus générale tous les outils et dispositifs qui contribuent à la transformation numérique du système de santé, et englobe donc des concepts très divers (3). Ainsi, la progression de la télémédecine, l'essor des objets de bien-être connectés qui intègrent de plus en plus de fonctionnalités liées au domaine de la santé, ou encore la multiplication des applications mobiles santé et bien-être, sont autant de phénomènes s'inscrivant dans le développement de la e-santé. Ces outils de e-santé pourraient apporter des solutions nouvelles pour le suivi des patients, notamment dans le cas des patients atteints d'hypertension artérielle.

Au sein de la communauté médicale, il n'existe cependant pas de consensus à ce sujet : si certains professionnels de santé attendent beaucoup de ces outils numériques, d'autres ne sont pas convaincus de leur utilité ou sont peu enthousiastes à l'idée de les intégrer dans la pratique quotidienne de leur activité.

C'est dans ce contexte que le docteur Marilucy Lopez-Sublet, spécialiste en médecine interne à l'hôpital Avicenne de Bobigny (Seine Saint-Denis), centre d'excellence en HTA, a fait appel à nous, élèves-ingénieurs des Mines, pour porter un regard neuf sur cette situation et répondre aux questions suivantes : **Quelle place pour la e-santé dans le suivi des patients hypertendus ? Comment les ingénieurs peuvent-ils mettre en lumière l'hypertension artérielle, une maladie silencieuse ?**

Pour répondre à ces questions et construire un projet visant à améliorer à la fois le diagnostic et le suivi des patients hypertendus, nous avons rencontré différents acteurs du domaine de la santé : des médecins hospitaliers (Pr Olivier Hanon, Pr Jean-Jacques Mourad, Pr Michel Azizi, Pr Jacques Blacher, Pr Xavier Girerd), Sophie Bataille, référente cardiologie de l'Agence Régionale de Santé (ARS) d'Ile-de-France, Laurent Treluyer, directeur des systèmes d'information de l'AP-HP, mais également Daniel Szeftel, co-fondateur de l'entreprises de logiciels informatiques pour la santé Sêmeia, Vincent Vercamer, travaillant chez Withings, un fabricant d'appareils de mesure de pression artérielle connectés, ainsi que Jacques Lucas, ancien président du Conseil National de l'Ordre des Médecins (CNOM) et président de l'Agence du numérique en santé. À l'aide des présentations réalisées par ces différents intervenants, complétées par des recherches bibliographiques, la réalisation d'une enquête, ainsi que des entretiens

avec d'autres professionnels de santé, nous avons mené une réflexion qui nous a conduits à proposer des solutions. Le fruit de cette réflexion est présenté dans ce rapport, qui se divise en deux parties :

- en premier lieu, une analyse présentant l'hypertension artérielle, la façon dont cette pathologie est prise en charge et les failles qui existent dans cette prise en charge, ainsi que les solutions déjà existantes ou en cours de développement
- en second lieu, un ensemble de mini-projets visant à améliorer concrètement la prise en charge de l'hypertension artérielle en s'appuyant sur les résultats de l'analyse. Ces projets ont vocation à apporter des solutions concrètes à certains de ces problèmes, bien ciblés.

# PARTIE I : L'HTA: UNE MALADIE SILENCIEUSE, SOUS DIAGNOSTIQUÉE ET MAL PRISE EN CHARGE

## I. L'hypertension artérielle, une pathologie qu'on sait traiter

### I. 1. Physiopathologie de l'hypertension artérielle

La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur les artères lors de sa circulation. Elle est définie par la formule  $P = Q \times R$  où :

- Q désigne le **débit cardiaque**, i.e. le volume de sang éjecté par le coeur par minute. Il correspond au produit de la fréquence cardiaque (en battements par minute) par le volume de sang éjecté à chaque battement du coeur, qu'on appelle volume d'éjection systolique. Le débit cardiaque est généralement exprimé en litres par minute.
- R désigne la **résistance périphérique totale**, i.e. la friction du sang contre les parois des vaisseaux sanguins. Elle dépend surtout du diamètre et de la rigidité des artères.

Il existe deux indicateurs de pression artérielle: la pression artérielle systolique (PAS), mesurée lors de la contraction du coeur, et la pression artérielle diastolique (PAD), mesurée lors de la relaxation du coeur. Si cette mesure dépasse un certain seuil de manière persistante dans le temps, le patient est diagnostiqué hypertendu. D'après l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), ce seuil est fixé à **140 mmHg pour la PAS** et **90 mmHg pour la PAD**.

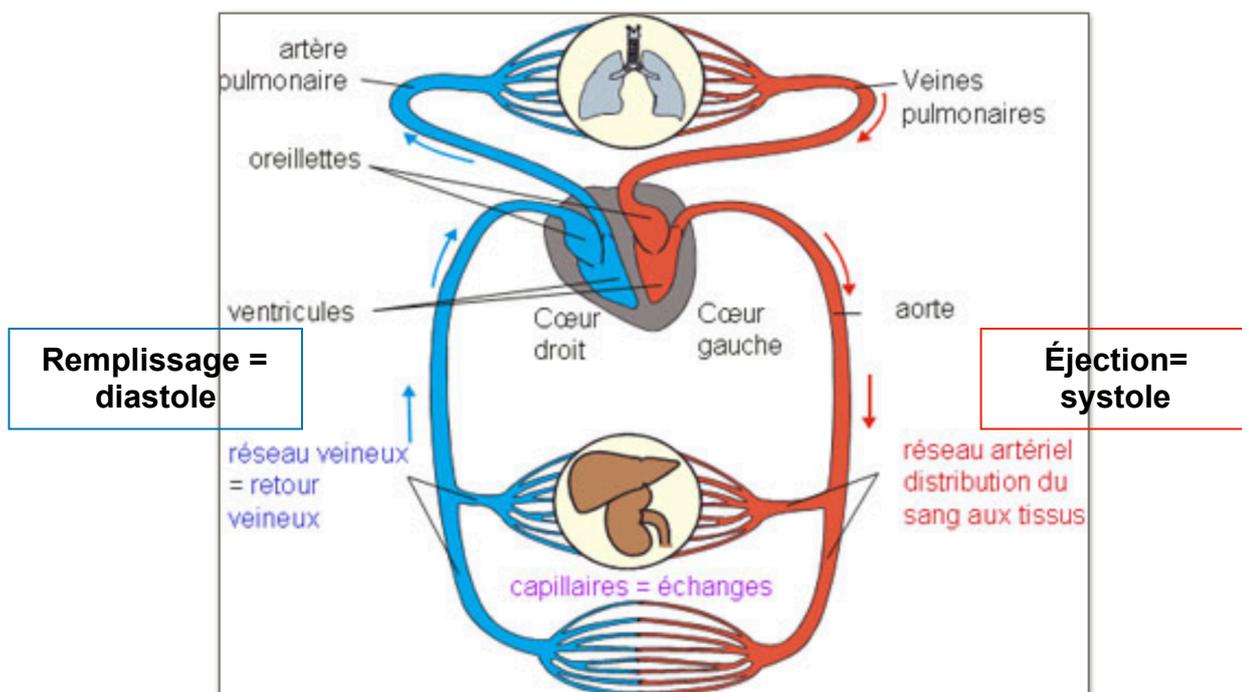


Figure 1 - schéma de la circulation du sang dans le coeur  
(extrait du diaporama support de la conférence du Pr Olivier Hanon)

Les augmentations ponctuelles de la pression artérielle sont dues à une élévation du débit cardiaque, lors d'un effort physique ou sous l'effet d'un stress important par exemple.

Les augmentations permanentes de la pression artérielle sont dues à une augmentation de la résistance périphérique totale. Lorsqu'un individu vieillit, les parois de ses artères se rigidifient, augmentant ainsi les résistances périphériques. Ainsi, l'âge est un facteur influant sur la pression artérielle : 65% des plus de 65 ans seraient atteints d'hypertension artérielle, contre seulement 10% des adultes de moins de 35 ans (4). Parmi les facteurs de risque non modifiables de l'hypertension artérielle, on trouve également :

- le **sexe masculin**
- les **antécédents familiaux** : le risque d'être hypertendu est plus élevé chez les individus ayant des parents atteints d'hypertension artérielle
- l'**origine ethnique** : la prévalence de l'hypertension est plus importante chez les individus d'origine afro-caribéenne

Mais il existe également un certain nombre de facteurs de risques de l'hypertension artérielle qui sont modifiables :

- la **consommation de sel**
- l'**hypercholestérolémie**, c'est-à-dire un taux anormalement élevé de cholestérol
- la **consommation d'alcool**
- la **sédentarité**
- le **surpoids**
- le **diabète**

Dans 10% des cas environ, l'hypertension artérielle est **secondaire** à une autre maladie, qui peut être rénale, vasculaire, endocrinienne ou bien touchant les glandes surrénales. Dans les 90% de cas restant, l'hypertension artérielle n'a pas de cause particulière : on parle d'hypertension artérielle **essentielle**.

## I. 2. Effets et complications de l'HTA

Par ses effets, l'hypertension artérielle peut être à l'origine de nombreuses complications graves. En effet, l'hypertension artérielle favorise le développement sur la paroi des artères d'une plaque d'athérome, constituée de cellules sanguines et de lipoprotéines de basses densités (LDL pour low density lipoprotein), des protéines dont la fonction est de transporter le cholestérol à travers le sang , ainsi que l'épaississement de ces parois artérielles.

Ce processus peut entraîner une obstruction totale de l'artère, menant par la suite à un infarctus, voire une perforation de l'artère, conduisant à une hémorragie. La nature de ces infarctus et hémorragies dépend de l'organe qui est irrigué par l'artère touchée. En particulier :

- l'**infarctus du myocarde** est causé par l'obstruction d'une artère coronaire
- l'**accident vasculaire cérébral (AVC)** est le résultat de l'obstruction ou de la perforation d'une artère irriguant le cerveau. On parle d'AVC ischémique dans le cas d'une artère bouchée et d'AVC hémorragique dans le cas d'une artère perforée.

De plus, la persistance dans le temps d'une pression artérielle élevée entraîne une augmentation du travail du coeur pour maintenir un débit cardiaque suffisant, ce qui engendre à long terme une augmentation de la masse du muscle du ventricule gauche. Cette déformation du coeur est appelée hypertrophie ventriculaire gauche. À terme, cet excès d'activité cardiaque peut entraîner une incapacité du coeur à éjecter le sang nécessaire aux différents besoins de l'organisme : on parle d'**insuffisance cardiaque**.

L'HTA peut également être à l'origine des complications suivantes :

- l'insuffisance rénale chronique
- l'artériopathie des membres inférieurs
- la cécité, lorsque certaines artères de la rétine se bouchent
- des démences

L'hypertension artérielle est ainsi à l'origine de **51% des décès par AVC** et de **45% des décès par maladie cardiaque** dans le monde en 2013, selon un rapport de l'OMS (2).

La relation entre l'élévation de la pression artérielle et le risque de complications cardio-vasculaires ou rénales est linéaire pour des valeurs de PAS supérieures à 110 mmHg et des valeurs de PAD supérieures à 70 mmHg : au-dessus de ces valeurs, plus la pression artérielle est élevée, plus le risque cardio-vasculaire et rénal est important (5). Le choix du seuil d'hypertension artérielle est donc arbitraire; il n'est d'ailleurs pas le même dans tous les pays. Aux États-Unis par exemple, depuis 2017, le seuil d'hypertension artérielle a été abaissé à 130 mmHg pour la PAS et 80 mmHg pour la PAD (6).

### I. 3. La mesure de la pression artérielle

Historiquement, la mesure de la pression artérielle était effectuée à l'aide d'un stéthoscope et d'un brassard gonflable. Ce brassard est relié d'une part à une poire permettant d'augmenter la pression dans le brassard, d'autre part à un manomètre équipé d'une jauge à mercure. C'est cet outil qui est à l'origine du nom de l'unité utilisée pour ces mesures : le millimètre de mercure. Aujourd'hui, il existe également des tensiomètres électroniques qui ne nécessitent pas l'usage d'un stéthoscope et dont le brassard se gonfle automatiquement. Certains de ces appareils s'utilisent autour du poignet plutôt qu'autour du bras. Depuis 2012, il existe également des tensiomètres connectés.

La pression artérielle est variable dans le temps et est influencée par de nombreux facteurs liés à l'environnement du patient : elle est plus basse durant la nuit qu'au cours de la journée, elle augmente en cas de stress ou d'activité physique... Une seule mesure de pression artérielle réalisée dans des conditions quelconques n'est donc pas suffisante pour diagnostiquer une hypertension artérielle, d'où la nécessité de suivre un protocole très précis pour la mesure. Ainsi, au cabinet médical, d'après les recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS) la pression artérielle doit être mesurée (7) :

- avec un **brassard adapté** à la taille du bras du patient et un **appareil validé**
- en **position assise ou couchée**, et ce depuis plusieurs minutes
- en réalisant **au minimum deux mesures** à quelques minutes d'intervalle

De plus, dans le cas d'une pression artérielle qui serait au dessus du seuil d'hypertension, le diagnostic doit être confirmé au cours d'une deuxième consultation ayant lieu quelques semaines plus tard.

Cependant, le fait de se trouver dans un cabinet médical et face à un médecin provoque chez certains patients une élévation ponctuelle de la pression artérielle sous l'effet du stress : on parle d'un effet « blouse blanche ». Cela peut conduire à diagnostiquer des patients comme étant hypertendus à tort. Pour pallier cette erreur de diagnostic, la HAS recommande de confirmer l'HTA par une autre méthode, qui peut être l'automesure tensionnelle (AMT) ou la mesure ambulatoire de la pression artérielle (MAPA).

L'AMT consiste en la mesure par le patient à domicile de sa pression artérielle 3 fois le matin et 3 fois le soir, et ce pendant 3 jours consécutifs. Le patient doit remplir lui-même un relevé d'automesure tensionnelle en inscrivant dans des cases prévues à cet effet les différentes mesures. Le diagnostic d'hypertension est confirmé si les moyennes des mesures de PAS et de PAD sont respectivement supérieures à 135 mmHg ou 85 mmHg.

La MAPA est un relevé de mesures effectué sur 24 heures consécutives, avec une prise de mesure de pression artérielle par quart d'heure. Le patient porte un brassard relié à un appareil électrique qu'il porte à la ceinture et qui prend automatiquement les mesures. Les valeurs de pression artérielle étant plus basse pendant la nuit que pendant la journée, le diagnostic d'hypertension est ici confirmé si les moyennes des mesures de PAS et de PAD sont respectivement supérieures à 130 mmHg et 80 mmHg. De plus, les valeurs de pression artérielle nocturnes normales ne doivent pas dépasser le seuil 120 mmHg - 70 mmHg.

## I. 4. Les traitements de l'hypertension artérielle

### Traitements non-médicamenteux

La HAS recommande pour tous les patients hypertendus la mise en place de mesures hygiéno-diététiques, qui contribuent à la diminution de la pression artérielle. Ces mesures hygiéno-diététiques, qui constituent également un traitement préventif, sont les suivantes :

- **perte de poids** dans le cas d'un patient en surpoids
- pratique d'une **activité physique** régulière
- **réduction de la consommation d'alcool** (au maximum, 3 verres par jour pour un homme et 2 verres par jour pour une femme)
- **réduction de la consommation de sel** (moins de 6g par jour)
- alimentation privilégiant les **fruits et légumes** et limitant l'apport de graisses saturées
- réduction voire **arrêt de la consommation de tabac**

Après 3 mois de suivi de ces règles hygiéno-diététiques, le patient doit avoir atteint sa cible tensionnelle, qui dépend entre autres de l'âge du patient, de ses comorbidités et de ses facteurs de risques cardiovasculaires.

Ces règles hygiéno-diététiques ne suffisent pas toujours à atteindre la cible tensionnelle. Dans ce cas, le traitement est complété par la prescription de médicaments antihypertenseurs. Pour les patients atteints d'une HTA sévère, la HAS recommande d'instaurer un traitement médicamenteux dès la confirmation du diagnostic.

### Traitements médicamenteux

Il existe aujourd'hui 9 classes d'antihypertenseurs, dont seulement 5 ont une efficacité prouvée sur la réduction des événements (ou complications) cardio-vasculaires (8). Ces 5 classes d'antihypertenseurs sont les suivantes :

- les **diurétiques thiazidiques**, qui agissent sur l'élimination du sel et d'une partie de l'eau par les reins, ce qui conduit à une diminution du volume sanguin;
- les **bêtabloquants**, qui diminuent la fréquence cardiaque du patient;
- les **inhibiteurs calciques**;
- les **inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC)**;
- les **antagonistes des récepteurs de l'angiotensine II (ARA2)**;

Ces trois dernières classes d'antihypertenseurs ont pour effet de dilater les artères.

Pour le choix d'un premier traitement médicamenteux, la HAS recommande de commencer par prescrire une seule classe d'antihypertenseur : on parle de **monothérapie**. De plus, les recommandations de la HAS indiquent également la nécessité d'adapter la classe du traitement au profil du patient : âge, antécédents médicaux, éventuelles comorbidités ... L'objectif est que le patient atteigne sa cible tensionnelle dans les 6 mois suivant le début de sa prise en charge. Dans cette optique, le

patient doit effectuer des visites mensuelles au cabinet médical, et ce jusqu'à ce qu'il atteigne sa cible tensionnelle. Si l'objectif tensionnel semble atteint au vu des mesures de pression artérielle effectuées au cabinet, il doit être confirmé par des mesures réalisées hors du cabinet.

En cas de non contrôle de la pression artérielle au bout d'un mois de traitement, les recommandations de la HAS indiquent au médecin de prescrire une **bithérapie** à son patient hypertendu, c'est-à-dire d'associer 2 classes d'antihypertenseurs différents.

Si la pression artérielle est de nouveau au-dessus des objectifs tensionnels après un mois de bithérapie, il est recommandé d'adapter la bithérapie en essayant de nouveaux dosages et/ou de nouvelles combinaisons avant de passer à une **trithérapie** si la cible tensionnelle n'est toujours pas atteinte.

Dans le cas où la pression artérielle n'est toujours pas contrôlée après 6 mois malgré une trithérapie, l'HTA du patient est qualifiée de résistante. Cela concernerait 10 à 30% des patients hypertendus (4). Dans le cas d'une HTA résistante, il est recommandé de faire appel à un spécialiste en HTA, notamment pour rechercher une HTA secondaire.

**L'hypertension artérielle est donc une pathologie dont les mécanismes sont connus, et dont le protocole de diagnostic et les traitements à mettre en place sont établis de manière très précise par la HAS. Dès lors, il est légitime de se demander pourquoi cette maladie est à l'origine d'un si grand nombre de complications graves et de décès.**

## II. Des failles dans la prise en charge de l'HTA

Tout au long du parcours du patient hypertendu, que nous avons retracé schématiquement sur la figure ci-dessous, nous avons pu identifier plusieurs obstacles à la bonne prise en charge de l'hypertension artérielle, que nous allons mettre en lumière dans cette partie.

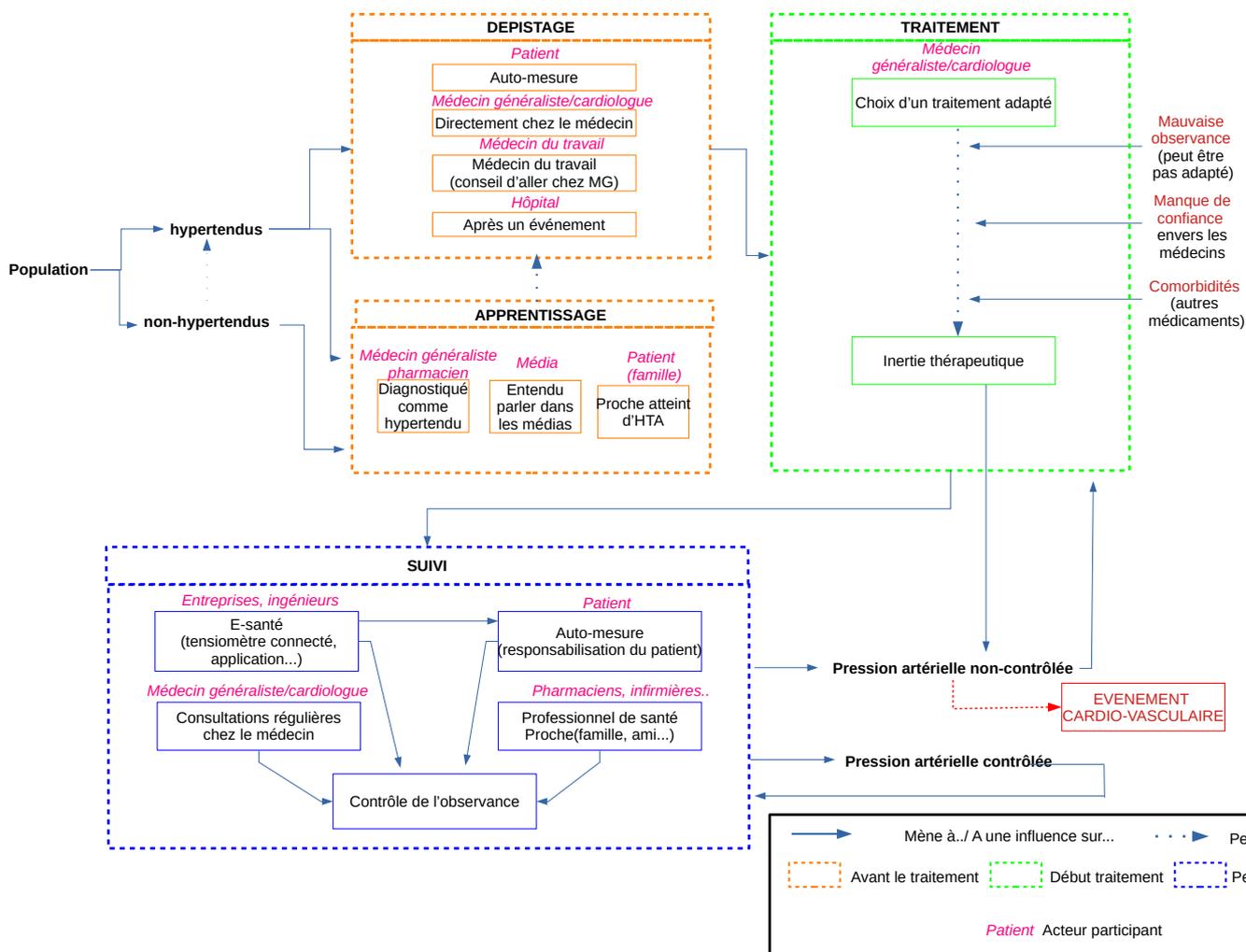


Figure 2 - Schéma du parcours d'un patient hypertendu

### II. 1. Le problème du dépistage

Seulement 50% des hypertendus français ont connaissance de leur hypertension (9). Cela témoigne d'un dysfonctionnement au niveau du dépistage de l'hypertension artérielle, qui peut être expliqué par plusieurs facteurs.

#### Un manque d'information sur l'hypertension artérielle

Tout d'abord, au sein de la population française, on observe un fort manque de connaissance face à la maladie. En effet, selon un sondage Ipsos pour Quantum Genomics, 45% des Français

s'estiment mal informés sur l'hypertension artérielle (10). En particulier, ils déclarent majoritairement ne connaître ni les comportements préventifs à adopter pour limiter le risque d'hypertension artérielle (à 50%), ni les examens à réaliser pour diagnostiquer une hypertension artérielle (à 51%), ni les traitements existant contre l'hypertension artérielle (à 58%). Cette étude révèle également que les Français n'ont pas conscience de l'étendue de l'hypertension artérielle en France : à la question « En France, l'hypertension artérielle est-elle beaucoup moins répandue que le diabète et le cancer ? », 54% des sondés répondent « non », ce qui est la mauvaise réponse, ou sont incapables de donner une réponse.

### Une maladie silencieuse

Le fait que l'hypertension artérielle soit asymptomatique complique également le dépistage. En effet, les hypertendus n'ont aucun moyen de savoir qu'ils sont malades sans mesurer leur tension, puisqu'ils ne ressentent la plupart du temps aucun symptôme (11) : on dit souvent de l'HTA qu'elle est une maladie silencieuse. Ce caractère asymptomatique de la maladie est de plus ignoré par la majorité des Français : toujours selon la même étude Ipsos, à la question « Vrai ou faux : Quand on souffre d'hypertension artérielle, le plus souvent on en ressent les symptômes. », 64% des sondés donnent une mauvaise réponse ou ne savent pas répondre (10).

## II. 2. La question de l'observance

L'observance est définie, pour un patient donné, comme le fait de bien prendre son traitement, c'est-à-dire exactement comme il a été prescrit par le médecin : en prenant la bonne dose, aux bonnes heures et à la bonne fréquence. Il est difficile de définir un seuil d'observance puisque certaines pathologies souffrent plus ou moins bien d'un traitement mal pris. D'après le rapport sur l'observance médicale de l'Académie nationale de Pharmacie de 2015 (12), si on exclut un certain nombre de pathologies infectieuses et de cancers, on peut estimer qu'un patient est observant s'il prend plus de 80% des médicaments qui lui ont été prescrits. Ce phénomène de non-observance a été mis en évidence par une étude issue du Cercle de Réflexion de l'Industrie Pharmaceutique réalisée par IMS Health (13), qui montre qu'en moyenne 60% des patients sont inobservants.

Cette inobservance est particulièrement fréquente chez les patients traités contre l'hypertension artérielle : un an après le début du traitement, 35% des d'entre eux ont totalement arrêté leur traitement (14) et de manière plus large 60% ne sont pas observants (13).

### La mesure de l'observance

Il n'est pas aisé d'évaluer de manière fiable l'observance d'un patient. De nombreuses techniques de mesure de l'observance existent néanmoins et peuvent être regroupés en deux catégories : les méthodes indirectes et les méthodes directes (12).

Les **méthodes indirectes** sont fondées sur l'auto-déclaration des patients hypertendus, au moyen d'un questionnaire. Parmi ces questionnaires, on trouve notamment le questionnaire de Girerd (en annexe), qui peut être utilisé par le patient lui-même en auto-diagnostic ou bien au cours d'un entretien avec un professionnel de santé, et qui comporte six questions fermées. Selon le nombre de réponses positives, le patient est considéré comme observant, non observant mineur ou non observant. Cependant, ces méthodes s'appuyant sur la déclaration du patient surestiment souvent l'observance, en particulier lorsque l'entretien est réalisé par le médecin : le patient ne veut pas apparaître comme un « mauvais malade » auprès de son généraliste.

Les **méthodes directes** s'appuient sur des données a priori plus objectives. La méthode directe la plus classique est le taux de possession, correspondant au rapport entre le nombre de comprimés effectivement achetés en pharmacie et le nombre de comprimés prescrits. Une autre méthode consiste à compter le nombre de comprimés ingérés par le patient à l'aide d'un pilulier électronique, dont le nombre d'ouvertures est comptabilisé. Il existe également des techniques de dosages des principes actifs dans les urines. Toutes ces méthodes présentent cependant des limites : un comprimé acheté en pharmacie n'a pas forcément été ingéré, un pilulier peut être ouvert sans que le médicament soit consommé... Les tests urinaires ont également des inconvénients, notamment leur coût.

## Pourquoi l'observance est un problème

Il est essentiel d'améliorer l'observance des patients hypertendus, et ce pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, l'observance peut être mise en cause dans le cas d'un non contrôle de la pression artérielle d'un patient hypertendu. En effet, selon un article s'appuyant sur 25 études réalisées dans plusieurs pays du monde, **83% des hypertendus non contrôlés ne sont pas observants** au traitement (15).

Dans la mesure où les médicaments hypertenseurs ont démontré leur efficacité pour la réduction du risque de mortalité et d'événements graves, le manque d'observance accroît le risque du patient de voir son espérance et sa qualité de vie diminuer. En particulier, un traitement antihypertenseur réduirait le risque de mortalité toutes causes de 11% (8).

Cette observance induit également des coûts économiques importants. Parmi ces coûts, on trouve les coûts directs, correspondant aux médicaments qui ont été gaspillés, c'est-à-dire qui ont été achetés mais pas consommés. Mais le manque d'observance des patients engendre également des coûts indirects dus à la prise en charge d'événements qui auraient parfois pu être évités. Ainsi, si les études pharmaco-économiques ne s'accordent pas toutes sur le coût exact de l'observance en France, toutes le chiffrent en milliards d'euros (12).

## Les causes de l'observance

### Causes liées à la pathologie

Un premier élément de réponse est le **caractère silencieux** de l'hypertension artérielle : la pathologie étant asymptomatique, le patient ne se sent pas malade et a donc souvent du mal à comprendre pourquoi il doit être traité (12).

Le fait que l'HTA soit une **maladie chronique** constitue un obstacle supplémentaire à la bonne observance des traitements antihypertenseurs, et ce notamment pour deux raisons majeures. D'une part, le fait de devoir prendre quotidiennement un **traitement à vie** entraîne une lassitude du patient sur le long terme. D'autre part, le patient **ne ressent pas les bénéfices du traitement**, qui permet d'éviter des complications à long terme, mais qui représente une contrainte au quotidien (16).

### Causes liées au traitement

La **peur des effets secondaires**, réels ou supposés, est également un facteur favorisant l'observance (12), particulièrement dans le cadre d'une maladie silencieuse comme l'HTA : le patient hypertendu souffrant d'effets secondaires de son traitement peut avoir l'impression que le médicament l'a rendu malade. Certains de ces effets secondaires peuvent rendre plus compliquées la vie quotidienne et la vie en société. En particulier, le traitement par bêtabloquants ou diurétiques thiazidiques multiplierait par 3 le risque de dysfonction érectile complète (8).

La **complexité du traitement** a elle aussi un impact sur l'observance des patients hypertendus. Plus le nombre de médicaments que le patient doit prendre est élevé, moins l'observance est bonne (14). Selon une étude menée sur des patients hypertendus au Royaume-Uni, chaque ajout de médicament au traitement ferait augmenter le taux d'individus inobservants de 85% en moyenne. Ainsi, le taux d'individus inobservants dans cette étude est inférieur à 5% chez les patients auxquels seul un médicament antihypertenseur a été prescrit, alors qu'il est proche de 80% chez ceux ayant au moins 6 hypertenseurs différents à prendre.

Plusieurs études anglo-saxonnes ont également démontré l'importance de l'impact du **coût des traitements** sur l'observance (17). Cependant, il semble peu pertinent de transposer ce résultat au cas de la France étant données les spécificités du système de santé français en terme de remboursement de soins.

## Causes liées au patient

Certains facteurs socio-démographiques et économiques influent également sur l'observance des hypertendus. En particulier, l'**âge** du patient a une incidence sur son observance au traitement : selon certaines études, les plus jeunes et les plus âgés seraient plus sujets à l'inobservance (12). Dans les cas des personnes âgées, cela peut s'expliquer par le fait qu'un certain nombre d'entre elles sont traitées pour plusieurs pathologies chroniques et ont donc un nombre important de médicaments à prendre tous les jours.

L'**état psychologique** du patient est aussi un facteur influençant l'observance. En particulier, les patients souffrant de dépression ont en moyenne 3 fois plus de risque d'être inobservants que les patients non dépressifs (12).

La **méfiance** vis-à-vis des médicaments et du système de santé est un autre facteur favorisant l'inobservance. Un exemple illustrant parfaitement ce phénomène est celui des statines, des médicaments prescrits pour réduire le taux de cholestérol afin de prévenir le risque de maladies cardio-vasculaires. En 2013, *La vérité sur le cholestérol*, livre rédigé par Philippe Even, un ancien médecin, remet en cause l'efficacité de ces médicaments et affirme même qu'ils sont dangereux pour la santé. Suite à ce scandale, une étude a mis en évidence que le taux d'arrêt du traitement par les statines a augmenté entre 2012 et 2013, de 26% chez les patients à risque cardio-vasculaire majeur et de 40% chez les patients à risque cardio-vasculaire modéré (18). Ainsi, la perception qu'a le soigné de son médicament a une incidence importante sur son observance à ce traitement.

## Causes liées au médecin

La **relation patient-médecin** est également à mettre en cause dans la mauvaise observance des traitements antihypertenseurs. D'après un rapport de l'Académie nationale de Pharmacie, la confiance du patient envers son médecin jouerait un rôle particulièrement important dans son observance. Ce même rapport souligne également l'influence négative d'une attitude paternaliste sur l'observance du patient et l'impact positif d'un modèle privilégiant à la fois une forme de bienveillance de la part du médecin et à la fois une certaine autonomie du patient.

Le fait que la plupart des médecins ne passent généralement que très peu de temps à parler avec leur patient du traitement qu'ils leur prescrivent influence aussi de manière négative l'observance. Sur 20 minutes de consultation, seule une minute en moyenne est ainsi consacrée par le médecin à l'explication du traitement (12).

## II. 3. Les failles du système de santé

Parmi les obstacles à la bonne prise en charge des patients hypertendus, certains sont imputables au fonctionnement actuel du système de santé.

### L'inertie thérapeutique

L'inertie thérapeutique est un terme utilisé pour décrire l'attitude d'un médecin qui, pour des raisons diverses, ne suit pas les recommandations des sociétés savantes en matière de prescription des traitements. Dans le cadre du suivi de l'hypertension artérielle, l'inertie thérapeutique correspond à l'absence de modification d'un traitement antihypertenseur malgré une cible tensionnelle non atteinte chez le patient. Les résultats d'une étude menée en 2002 sur plus de 5000 patients hypertendus révèlent que 60% d'entre eux étaient concernés par l'inertie thérapeutique (19).

### La place de l'HTA dans le système de santé

L'assurance maladie et la HAS ont des avis divergents quant à la prise en charge de l'hypertension artérielle. En effet, en 2011, l'assurance maladie a retiré l'hypertension artérielle de la liste des affections longue durée (ALD) exonérantes (20), et ce à l'encontre des recommandations de la HAS. Les ALD exonérantes sont les maladies chroniques dont le traitement et le suivi sont pris en charge à 100% par l'assurance maladie. Ainsi, pour les patients diagnostiqués hypertendus depuis 2011, les coûts associés aux traitements antihypertenseurs ne sont plus remboursés qu'à 65% par l'assurance maladie. Sachant qu'en 2006, à une époque où l'HTA était encore sur la liste des ALD exonérantes, le remboursement annuel par patient pour les médicaments antihypertenseurs valait en moyenne 218€, on peut estimer que le reste à charge actuel pour le patient est d'environ 76€ par an. À titre de comparaison, le budget santé annuel restant à la charge des Français était estimé à 533€ en 2018 (21). Au delà de la question du reste à charge, c'est le message véhiculé par ce retrait de l'HTA de la liste des ALD qui pose problème. En effet, le Dr Eric Perchicot, ancien président du Syndicat National des Spécialistes des Maladies du Cœur et des Vaisseaux (SNSMCV), explique que ce retrait de la pathologie de la liste des ALD « donne un mauvais message aux patients » et minimise la gravité de cette maladie. Il explique également que cette façon de réaliser des économies est « une maladresse », et qu'il serait plus judicieux d'améliorer la prise en charge afin d'éviter que 15 à 20% des lits à l'hôpital soient occupés par « des gens qui n'[ont] rien à y faire », comme c'est le cas actuellement (22).

**Ainsi, le dépistage insuffisant de la maladie, le manque d'observance des individus traités ainsi que le choix de certains médecins de ne pas suivre les recommandations des sociétés savantes constituent autant d'obstacles à la bonne prise en charge des patients hypertendus. Il ressort également de cette analyse que le manque d'information concernant l'hypertension artérielle et de sensibilisation de la population française aux risques causés par cette pathologie est une des causes de ce dépistage insuffisant et de ce faible taux d'observance. La e-santé en fort développement ces dernières années peut-elle apporter des solutions à ces obstacles ?**

## III. La e-santé, des solutions pour l'HTA?

### **III. 1. Les dispositifs déjà mis en place pour améliorer la prise en charge de l'HTA**

Certains dispositifs s'appuyant sur les outils numériques ont été mis ou sont mis progressivement en place pour améliorer la prise en charge des patients.

#### Le développement de la télémédecine

La télémédecine est définie par le code de santé publique comme « une forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication ». Elle se décline en plusieurs actes, dont en particulier la téléconsultation, la téléexpertise et la télésurveillance.

La téléconsultation est une consultation pratiquée par un médecin généraliste ou spécialiste à distance du patient. Elle permet au patient d'éviter à se déplacer jusque chez le médecin, ce qui est surtout un avantage pour les patients habitant dans des déserts médicaux, c'est-à-dire des zones où les professionnels et établissements de santé sont bien moins nombreux que dans le reste du pays. Plus particulièrement, les patients souffrant d'une maladie chronique telle que l'hypertension artérielle et qui ont par conséquent plusieurs rendez-vous médicaux à effectuer dans l'année - une consultation par mois durant les 6 mois suivant la mise en place du traitement puis au moins une consultation tous les 3 à 6 mois après 6 mois de traitement (7)

- peuvent aussi gagner en confort grâce à ces téléconsultations. En juin 2018, l'avenant n°6 à la convention médicale sur la télémédecine est signé : les actes de téléconsultations peuvent dès lors faire l'objet d'une prise en charge par l'assurance maladie au même titre qu'une consultation traditionnelle. Depuis leur lancement en septembre 2018, près de 60 000 actes de téléconsultations ont ainsi été pris en charge par l'assurance maladie (23). De plus, les facturations de téléconsultations sont en constante augmentation depuis la mise en place du remboursement, comme le montre la figure ci-dessous.

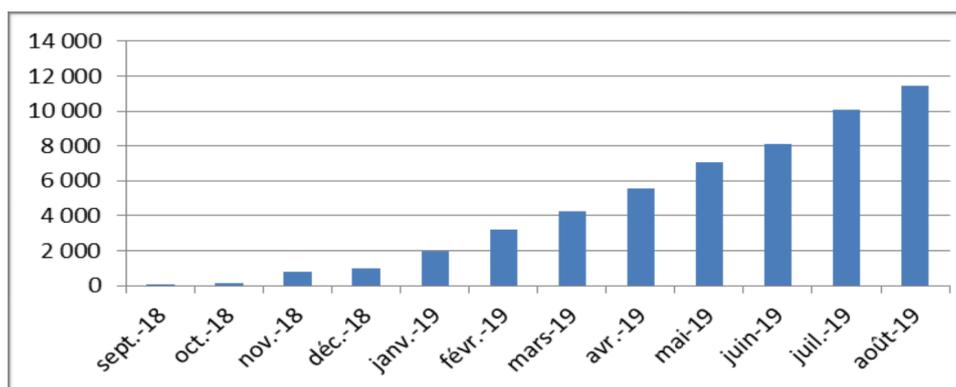


Figure 3 - Évolution mensuelle du nombre de téléconsultations facturées depuis le 15/09/2018 (graphique tiré du communiqué de presse du 12 septembre 2019 de l'assurance maladie)

Cet avenant à la convention médicale prévoit également le déploiement des actes de téléexpertise. La téléexpertise consiste pour un médecin à faire appel à un confrère en raison de sa compétence particulière pour l'aider dans la prise en charge d'un patient. Depuis février 2019, ces actes de téléexpertise sont pris en charge par l'assurance maladie.

La télésurveillance consiste en l'interprétation à distance par un professionnel de santé de données médicales collectées chez le patient. Le programme ETAPES (Expérimentations de télémédecine pour l'amélioration des parcours en santé), lancé en 2014, a pour but de permettre le déploiement de cette télésurveillance, en particulier dans le cadre des patients en ALD.

### L'émergence de la m-santé

En 2009, l'OMS définit la santé mobile, ou **m-santé**, comme « les pratiques médicales et de santé publique reposant sur des dispositifs mobiles tels que les téléphones portables, systèmes de surveillance des patients, assistants numériques personnels et autres appareils sans fils » (3). L'émergence de la m-santé se traduit notamment par le fort développement d'applications mobiles liées au domaine de la santé : leur nombre est passé de 6000 à 100 000 entre 2010 et 2013 (3). Certaines applications mobiles destinées à améliorer le suivi des patients hypertendus ont ainsi vu le jour ces dernières années

### La numérisation des données de santé

Pour répondre notamment au problème de communication des données de santé entre les différents professionnels de santé, la numérisation des données de santé s'est accélérée ces dernières années.

Déployé progressivement depuis fin 2016, le **dossier médical partagé** (DMP) est défini sur le site internet du ministère des solidarités et de la santé comme « un carnet de santé numérique personnel, sécurisé, accessible sur internet ». Il contient un certain nombre de données médicales concernant le patient, à savoir ses remboursements de traitements, ses comptes-rendus d'hospitalisations, ses éventuelles allergies, ses résultats d'examens médicaux... Ce dossier peut être consulté par le patient et par tous les professionnels de santé intervenant dans sa prise en charge. D'après un dossier de presse de l'assurance maladie, 7 millions de français possédaient un DMP au 13 septembre 2019, soit 4 millions de plus qu'en décembre 2018 (24).

La numérisation des données de santé vise aussi à permettre leur exploitation dans le cadre de la recherche, afin de réaliser des travaux ayant pour but d'améliorer la qualité des soins prodigués aux patients. C'est dans cette perspective que le **Health Data Hub** est progressivement mis en place. Cette plateforme a été imaginée comme un guichet d'accès unique à l'ensemble des données de santé, et ce afin de faciliter leur partage entre les différents professionnels de santé et dans le cadre de la recherche, en particulier dans le domaine de l'intelligence artificielle appliquée à la santé. Le Health Data Hub et devrait être déployée à l'échelle nationale d'ici 2021.

## **III. 2. Les limites des outils de e-santé**

Les outils de e-santé que nous venons de mentionner présentent cependant des limites.

En effet, la couverture internet française est insuffisante pour permettre le déploiement à large échelle de la télémédecine : un classement récent publié par la Commission européenne classe la France vingt-septième sur vingt-huit concernant l'équipement en très haut débit. En outre, les déserts médicaux coïncident souvent avec les déserts numériques, c'est-à-dire les zones ayant une couverture réseau et internet très limitée. Comment espérer remédier au manque de professionnels de santé dans certains territoires grâce à la télémédecine quand ces territoires sont aussi ceux qui n'ont pas une couverture internet suffisante?

De plus, certaines des solutions actuellement en développement visant à améliorer le quotidien des patients atteints d'une maladie chronique ne sont pas disponibles pour les patients hypertendus. Par exemple, le programme ETAPES, mentionné plus tôt, est réservé aux patients porteurs de prothèses cardiaques implantables à visée thérapeutique, atteints de diabète type 1 ou type 2, insuffisants cardiaques chroniques, insuffisants rénaux ou patients insuffisants respiratoires chroniques ou insuffisants respiratoires chroniques.

Les applications de e-santé, quant à elles, sont très nombreuses et de qualités différentes, si bien qu'il peut être compliqué de déterminer lesquelles sont fiables, d'autant plus que peu d'études visant à valider cliniquement certaines de ces applications sont menées (3). De plus, les quelques applications validées par des sociétés savantes sont assez peu utilisées. L'exemple de l'application mobile depistHTA, mise au point par la Fondation de Recherche sur l'HTA (FRHTA) et en partenariat avec le Comité Français de Lutte contre l'HTA (CFLHTA) et la Société Française d'HyperTensionArtérielle (SFHTA), illustre ce propos : on compte seulement un millier de téléchargements sur le PlayStore pour cette application validée par les 3 principales sociétés savantes françaises dans le domaine de l'HTA.

Avec la numérisation des données de santé, la question de la confidentialité et de la sécurité de ces données est également soulevée par de nombreux acteurs du domaine de la santé, et notamment par le Conseil National de l'Ordre des Médecins (3).

### **III. 3. L'importance du facteur humain dans l'observance au traitement**

Les proches du patient sont des acteurs à impliquer. L'étude Hope 4, publiée en 2019 et réalisée sur une population de 1371 individus tirés au sort en Colombie et en Malaisie, étudie l'impact qu'a l'implication d'un proche sur l'observance des patients hypertendus (25). Les résultats de cette étude montrent qu'un patient à la fois suivi par un officier de santé formé spécialement pour le traitement de l'hypertension artérielle et à la fois épaulé par un proche a une meilleure observance qu'un patient suivi par son médecin généraliste. On constate ainsi une meilleure observance plus importante après 1 mois de traitement chez le groupe de patients suivis par les proches et les professionnels de santé (61% de patients observants) que chez celui suivi par les médecins (40% de patients observants dans ce groupe). On remarque que le pourcentage d'observants dans le groupe contrôle de cette étude est similaire à celui estimé par l'étude réalisée par l'Académie Nationale de Pharmacie en France.

Les résultats de cette étude nous ont amenés à réaliser une enquête auprès de nos connaissances, consistant à leur poser la question suivante : « Si vous deviez prendre un traitement antihypertenseur à vie, souhaiteriez-vous qu'un proche vous soutienne ? ». Bien que nous n'ayons pas pu réaliser ce sondage auprès d'un échantillon représentatif de la population française, les 182 réponses que nous avons reçues peuvent constituer un premier indicateur, certes peu précis, mais permettant de dégager une tendance générale. Ainsi, 49,5% des sondés répondent « Oui, cela faciliterait mon observance au traitement ». (Le graphique détaillé retranscrivant les réponses à ce sondage sera exploité plus loin et est disponible à la page 27 de ce rapport).

# Conclusion et contours des mini-projets

Cette analyse nous a permis d'identifier les principaux points d'action, sur lesquels nous allons bâtir notre projet.

Tout d'abord, le **dépistage** est un aspect du problème qui ne peut pas être mis de côté : ne pas s'attaquer à cette question, c'est laisser de côté 50% des malades ! Améliorer le dépistage est particulièrement important dans le cas d'une maladie silencieuse comme l'HTA, puisque l'absence de symptômes caractéristiques accroît le risque de ne découvrir sa pathologie qu'après la survenue d'un événement grave.

Ensuite, l'**observance** au traitement doit également être améliorée, puisque qu'elle est insuffisante pour 60% des patients hypertendus et qu'elle est mise en cause dans 83% des cas de non-contrôle de la pression artérielle.

À ces deux obstacles à la bonne prise en charge des hypertendus français s'ajoute le manque d'**information** et de **sensibilisation** aux risques liées à l'hypertension artérielle : 45% des Français s'estiment en effet mal informés sur cette pathologie.

Dans cette analyse, il a également été question, à plusieurs reprises, de l'**aspect économique** de la prise en charge de l'hypertension artérielle, que ce soit dans le cas du coût de l'inobservance, des économies réalisées grâce au retrait de l'HTA de la liste des ALD ou encore dans le remboursement nouveau des actes de télémédecine par l'assurance maladie. Cette analyse nous a ainsi amenés à considérer la question économique liée à la la pathologie comme un aspect incontournable du problème.

Partant du constat que les médecins généralistes manquent de temps, nous avons décidé d'initier des projets en réfléchissant à impliquer d'autres acteurs, notamment d'autres professionnels de santé. Nous avons ainsi construit un projet mobilisant notamment les pharmaciens d'officine, les infirmiers scolaires, mais également les proches du patient. La pertinence du choix de ces acteurs sera détaillée la partie suivante. De cette réflexion, nous avons bâti trois mini-projets, centrés sur les points d'action que nous venons de mentionner.

Le premier de ces mini-projets s'attaque à la question de la prévention dans son ensemble. Il est composé de deux sous-projets :

- la mise en place de campagnes de sensibilisation dans les lycées, pour traiter la question de la sensibilisation et de l'information auprès de la population française
- la mise en place d'un programme de dépistage de l'hypertension artérielle dans les pharmacies de ville

Un deuxième projet consiste en la création d'un site internet ayant pour but d'améliorer l'observance des patients hypertendus grâce au soutien d'un proche ou à défaut d'un infirmier de ville.

Enfin, le troisième projet consiste en une étude économique visant à estimer le coût des patients hypertendus selon qu'ils sont traités ou pas, afin d'une part de mettre en lumière l'ampleur du coût économique de l'hypertension artérielle en France, et d'autre part d'évaluer les économies qui seraient faites en traitant mieux l'hypertension artérielle et donc d'estimer le budget qui peut être alloué à la mise en place des solutions proposées par les 2 projets cités précédemment.

---

## PARTIE II : MINI-PROJETS

### Mini-projet n°1 : Prévention, deux solutions complémentaires proposées

Diverses campagnes ont été menées pour sensibiliser le grand public quant à l'hypertension artérielle, sous forme de journées dédiées ou d'affiches de prévention (Journée Mondiale de l'HTA en Mai, May Measurement Month, les Journées de l'HTA en France). Cependant, leur efficacité est mitigée, 45% des français s'estime en effet mal informé à ce sujet. Par exemple, 46% des français ne sait pas que l'HTA accroît les risques d'accident cardiovasculaire, d'après une étude menée par IPSOS pour Quantum Genomics.

Cette inefficacité est attribuée au mode de communication : ces affiches encouragent les personnes sensibilisées à entreprendre la démarche de faire mesurer leur pression artérielle, sans leur en offrir l'opportunité immédiatement. Nous avons donc axé notre projet sur une prévention en pharmacies de ville, qui jusqu'à maintenant n'étaient pas mobilisées, et qui présentent pourtant l'intérêt d'aboutir à une prise immédiate de tension.

Par ailleurs, l'inefficacité de ces campagnes est liée à leur caractère tardif : ces campagnes s'adressent à la tranche de la population de plus de 40 ans qui doit, dans un laps de temps court, se renseigner, se faire dépister, intégrer la perspective d'un traitement à vie, et mettre en oeuvre leur traitement. Il s'agit de s'adresser aux populations plus jeunes, ce qui présente de nombreux intérêts que nous détaillerons.

### **Campagnes de sensibilisation dans les lycées**

#### Qui cibler pour optimiser la prévention ?

Au regard des campagnes de prévention précédentes, nous avons décidé de nous **adresser aux jeunes dans le contexte scolaire** pour optimiser l'efficacité de la campagne de sensibilisation.

Tout d'abord, pour garantir **une large exposition** à la campagne, nous avons **mobilisé le système scolaire** afin de nous adresser aux jeunes : les campagnes se dérouleront pendant l'année de seconde. Cela permet en effet de garantir que tous les jeunes soient tous exposés à cette campagne, génération après génération, et d'assurer une large portée.

De plus, les **lycéens semblent particulièrement réceptifs** au message de prévention contre l'hypertension artérielle. Nous avons mené un sondage en deux temps auprès de 35 lycéens de région parisienne. Ce sondage a révélé qu'au premier abord, seuls 74% d'entre eux étaient désireux d'être sensibilisés afin de connaître le dysfonctionnement associé à l'HTA, ses conséquences et les traitements possibles. En effet, 56% d'entre eux déclarent connaître le terme d'hypertension artérielle sans toutefois être capable de l'expliquer clairement. Dans un second temps, quand on les informe que les conséquences de l'hypertension artérielle sont plus mortelles que le tabagisme, ces mêmes lycéens répondent à 94% "Oui" à la question "Souhaitez-vous être informé et sensibilisé à l'hypertension artérielle ?". Ainsi, la faible part de lycéens se sentant au premier abord pas ou peu préoccupée par l'hypertension artérielle le devient vivement dès lors que l'on mentionne les enjeux de santé qu'ils ne connaissaient pas. A la condition de démarrer l'intervention par quelques chiffres clefs, il est envisageable d'obtenir une bonne écoute de la part des lycéens.

Enfin, les lycéens seront non seulement à l'écoute du message délivré, mais également susceptibles d'initier un comportement préventif contre l'hypertension artérielle, ce qui assure

l'efficacité de la campagne. En effet, les jeunes ont un rôle à jouer pour **prévenir la survenue d'hypertension chez eux**. Les comportements limitant la survenue de l'hypertension artérielle, c'est-à-dire une hygiène de vie saine, consistent en effet en mesures qu'il est non seulement possible, mais même bénéfique d'initier le plus tôt possible. Les jeunes n'agissent pas seulement pour prévenir la survenue d'hypertension chez eux, mais peuvent également adopter un rôle d'intermédiaire pour **favoriser le dépistage de leurs parents**, âgés d'environ cinquante ans. Une étude menée à Singapour a montré que des enfants de dix ans avaient un rôle bénéfique pour la transmission à leurs parents des enseignements préventifs qui leur avaient été donnés dans un programme scolaire. Ce résultat peut raisonnablement être transposé au cas français dans la mesure où les deux pays sont comparables en terme de développement, présentant d'ailleurs des taux d'hypertension similaires puisque 20% des adultes singapouriens sont hypertendus contre 25% en France (26).

Ce programme vise les élèves de seconde parmi les lycéens. Le bulletin officiel du programme scolaire de SVT de troisième mentionne un volet centré sur l'alimentation et la santé, contenant les notions d'hypertension et d'hygiène alimentaire. Les **lycéens possèdent ainsi le bagage scientifique** leur permettant de comprendre l'hypertension artérielle. En interrogeant le responsable adjoint de l'Institut Notre Dame à Meudon, il est apparu qu'il est plus raisonnable de s'adresser aux secondes qu'aux premières et terminales, les emplois du temps de ces deux dernières classes se complexifiant beaucoup avec la réforme du bac.

Ces interventions **concernent 31500 élèves de seconde** pour la ville de Paris. Avec une moyenne de 30 élèves par classe (INSEE), cela représente donc environ 1050 interventions.

### Quel message préventif délivrer et comment le délivrer ?

Ayant défini qui est exposé à la campagne de sensibilisation, nous avons établi un **contenu de prévention** qui leur soit adapté. Le contenu de ces interventions est fondé sur l'explication de la pression artérielle ainsi qu'une démonstration de prise de valeur afin que les élèves puissent se représenter le dysfonctionnement associé à l'HTA, qu'il leur est impossible de percevoir sinon. De plus, l'intervenant, un infirmier scolaire, insistera sur les conséquences d'une absence de traitement ou d'une mauvaise observance.

**La façon de transmettre le message préventif a été évaluée** auprès de 31 élèves en classe de seconde au lycée Notre Dame de Meudon, afin de garantir qu'il soit compréhensible par les élèves qui n'ont jamais entendu parler d'HTA, et qu'il soit percutant. Tous s'accordaient à dire qu'il leur était compréhensible et adapté. Par ailleurs, il en est ressorti que les points qui les touchaient le plus et devaient ainsi être mis en avant sont les conséquences découlant de l'hypertension artérielle : mortalité, état de dépendance à vie. En effet, il s'agit de conséquences visibles, et auxquelles ils sont confrontés par le biais de leurs grands parents. Ils sont les premiers à réaliser que cet état diminué est un poids pour l'entourage et le patient, et c'est ce qui les incite à se renseigner sur l'hypertension artérielle, afin de combattre le problème à la racine. Concernant la façon de communiquer le message, tous les élèves que nous avons interrogés s'accordent pour dire qu'entendre que l'HTA est responsable de plus de morts que le tabagisme les marque davantage, au regard de toutes les sensibilisations qu'ils ont déjà reçues au sujet de la mortalité due au tabagisme (programme de SVT, prévention sur les paquets de cigarette, hausse des prix...). La multiplicité des alertes qu'ils ont reçues à propos d'une maladie pourtant responsable de moins de morts les encourage à se renseigner sur l'HTA. Si ce retour d'élèves est intéressant afin de cibler l'information à communiquer, nous devons tenir compte du manque de représentativité de l'échantillon testé. Il s'agit d'élèves issus de milieux favorisés, ayant un bon accès à la santé. Il faut désormais envisager de le soumettre des élèves issus de milieux moins favorisés afin d'adapter le contenu à leurs connaissances en matière de santé, et les difficultés qu'ils rencontrent pour engager un dépistage.

## Vers quels professionnels de santé se tourner pour mener la prévention ?

Après avoir défini le message délivré lors de l'intervention, nous avons cherché quels intervenants étaient les plus aptes et disponibles pour sensibiliser les élèves. Ces interventions seront menées par les infirmiers scolaires. Nous avons envisagé de faire intervenir les étudiants en médecine, ce qui s'inscrirait dans le cadre du Service Sanitaire. Il s'agit d'un programme mis en vigueur à la rentrée 2018, consistant en interventions de préventions réalisées par 47 000 étudiants en médecine, concernant les comportements à risques. Si le recours aux étudiants est judicieux - leur proximité en âge avec les lycéens leur confère de la légitimité et de la crédibilité pour les informer sur l'hypertension artérielle - l'hypertension ne figure pour l'instant pas explicitement comme domaine de prévention. Ce service Sanitaire en étant à ses débuts, nous avons jugé plus pertinent de confier les interventions aux infirmiers scolaires. En effet, chacun étant affecté à un ou deux établissements, la répartition des intervenants dans les établissements est grandement facilitée. De plus, une infirmière scolaire que nous avons contactée nous a expliqué que le temps à consacrer à la prévention collective serait compensé par le temps que représentent l'ensemble des entretiens qu'elle réalise avec les élèves concernés individuellement, qui diminuerait nettement.

En communiquant avec cette infirmière, il est apparu nécessaire de prévoir une formation à la prévention de l'hypertension artérielle, afin de garantir une communication complète et uniforme du message à l'échelle de tous les lycées. Nous avons élaboré des fiches pédagogiques destinées aux intervenants, regroupant les informations à délivrer pour assurer l'acquisition des informations primordiales ainsi que les points d'accroche afin d'attirer l'attention des lycéens. Ces fiches pédagogiques ont été évaluées par le Dr Lopez Sublet, afin de garantir la fiabilité médicale du contenu du message délivré aux élèves. Le docteur nous a également recommandé le site de la Fédération Française de Cardiologie, qui a produit beaucoup de documentation quant à la façon de communiquer pour faire de la prévention, ce qui nous a permis d'améliorer nos fiches pédagogiques. Ces fiches ont également été approuvées par l'infirmière scolaire de l'Institut Notre-Dame de Meudon afin d'assurer qu'elles soient complètes et qu'elles donnent aux infirmiers tous les éléments pour préparer l'intervention.

## Comment mettre en place ces interventions ?

Nous avons ensuite évalué le coût de cette campagne d'intervention. Il faut prendre en compte la rémunération des intervenants et le tensiomètre à fournir. Concernant la rémunération, l'infirmière scolaire avec laquelle nous nous sommes entretenus nous a confié que ces interventions ne faisaient pas l'objet d'une indemnisation supplémentaire à leur salaire, dans la mesure où la prévention fait partie de son travail et que certains créneaux y sont déjà alloués. A raison d'un tensiomètre par établissement, nous avons évalué que cela représentait un coût de 4500 euro pour les 181 lycées parisiens. Les interventions se produisant dans le lycée où est affecté l'infirmier scolaire, la salle est fournie et il n'y a pas d'indemnisation de transport à prévoir. Le montant de cette opération s'élève donc à 4500 euro.

Le financement des interventions fait partie des compétences de l'Agence Régionale de Santé par le biais d'un de ses modules, le Projet Régional de Santé 2018-2022 (PRS). En effet, il répond à deux de ses cinq axes de transformation : permettre à chaque citoyen d'être acteur de sa santé et des politiques sanitaires ainsi que mieux intégrer la santé aux politiques publiques. Notre entretien avec la Direction de l'Offre de Soins a assuré qu'on pouvait raisonnablement obtenir un financement de 5000 euro pour ces interventions.

La mise en place de ces interventions dépend du caractère privé ou public du lycée. Dans le cas des lycées publics, la mise en place est régie par l'Agence Régionale de Santé. Madame Puech Pecot, travaillant à la Direction de l'Offre de Soins de l'ARS, nous a expliqué le processus : l'ARS définit les thématiques de prévention, puis s'adresse au rectorat qui déploie les campagnes de prévention auprès des collèges et lycées. Nous avons exposé notre projet à Madame Puech Pecot, qui nous a donné une

première approbation. La validation officielle de notre projet par l'ARS assure ensuite une diffusion dans l'ensemble des lycées publics. Dans le cas des lycées privés, le processus est assez différent. Nous nous sommes adressés à l'infirmière scolaire de l'Institut Notre-Dame de Meudon (lycée privé sous contrat), qui nous a expliqué que le choix des thématiques abordées était fait par l'établissement et non imposé par le rectorat, et qu'il relevait de la compétence de l'infirmier scolaire et des responsables pédagogiques. Une fois les thèmes définis, le lycée recherche des associations ou groupes d'intervention spécialisés dans les thématiques retenues. Il nous a fallu nous assurer que les infirmiers étaient favorables à notre projet. Nous l'avons soumis à l'infirmière de l'Institut Notre-Dame à Meudon. Elle a approuvé le choix d'aborder l'hypertension artérielle car elle s'entretient souvent individuellement avec des élèves hypertendus ou dont les parents le sont et estime utile de s'adresser à l'ensemble des élèves, plutôt que de répéter les mêmes informations à chaque élève individuellement. Elle a recommandé d'inscrire l'hypertension dans une démarche globale d'interventions sur l'hygiène de vie et les comportements alimentaires qu'elle élabore actuellement.

## Projet de prévention et dépistage en pharmacies

Face aux résultats des campagnes de prévention, il paraît nécessaire de mettre en place un autre moyen de sensibiliser la population quant à l'existence de l'hypertension artérielle et aux risques engendrés par la maladie et ainsi de procéder à un dépistage auprès de l'ensemble de la population. En effet, une étude réalisée en 2008 (27) montre qu'une campagne de sensibilisation serait associée à une diminution de la pression artérielle comparable à celle de l'objectif de la loi de Santé publique de 2004 (réduction de 2 à 3 mmHg de la moyenne de la pression artérielle de la population française).

### Vers quels professionnels de santé se tourner ?

**Les médecins, les pharmaciens et les infirmiers** sont également aptes à mesurer la tension artérielle de leurs patients.

Cependant, les infirmiers étant déjà très pris (79% des infirmiers de tout mode d'exercice (mais à 40,7% d'infirmiers en cabinet libéral) considèrent que leur charge de travail conséquente est un facteur important, voire très important dans leur mal-être d'après une enquête de l'Ordre National des Infirmiers de 2018).

La **pharmacie** présente alors l'avantage d'être un lieu d'échange, d'autant plus que d'après une étude réalisée par l'Ifop en 2014, seulement 2% des Français ne se rendent jamais dans une pharmacie (en détail : 1% plusieurs fois/semaine, 5% 1 fois/semaine, 23% 2-3 fois/mois, 42% 1 fois/mois et 27% moins souvent qu'une fois/mois). Elle se positionne ainsi comme un **cadre propice** à un dépistage de l'HTA, d'autant que d'après un sondage réalisé par Harris Interactive en mars 2019 (28), 91% des Français font confiance à leur pharmacien. Par ailleurs, selon le même sondage, 83% des Français considèrent positivement le fait que les pharmaciens entreprennent des actions de dépistage et 89% des Français souhaiteraient qu'ils mettent en place des programmes de prévention.

La Société Française d'Hypertension Artérielle (SFHTA) avait déjà envisagé l'intervention des pharmaciens au cours d'entretiens pharmaceutiques dans le cadre de l'éducation thérapeutique du patient et de sa prise en charge globale. L'idée est alors d'impliquer les pharmacies dans le dépistage de l'HTA, sans pour autant leur ajouter une charge de travail supplémentaire. En effet, le plan prévu par la SFHTA imposait au pharmacien d'avoir un espace de confidentialité pour pouvoir réaliser les entretiens.

Au cours d'une enquête effectuée auprès de 15 pharmacies (12 à Paris et 3 dans l'Eure), toutes ont déclaré que le fait d'avoir à préparer ces entretiens ainsi que leur durée (30 minutes recommandées) serait une importante charge de travail et elles considéraient que le temps dédié à ces entretiens leur paraissait trop long. Il fallait alors prévoir une rémunération : 50€ prévu pour le premier entretien puis

30€ pour les suivants avec deux entretiens par an, d'après une recommandation de SFHTA. Nous avons donc dû nous orienter vers une autre formule, requérant peu de moyens financiers et ne surchargeant pas les pharmaciens.

De plus, toutes les officines interrogées considèrent que prendre la tension de leurs patients et les informer sur l'HTA fait partie de leur travail. Cependant, ces services proposés par les pharmacies ne sont pas mis en avant, dans la mesure où il faut savoir que le pharmacien propose une prise de tension. Il a donc fallu trouver un **moyen d'en informer les patients** mais aussi de les **alerter sur la nécessité de se faire dépister**.

### Quelles sont les cibles du dispositif ?

Ce dispositif est **accessible à l'ensemble des clients de la pharmacie**, permettant ainsi au dispositif d'avoir une large audience, comme le rappelle l'étude Ifop de 2014 sur la fréquentation des pharmacies. Le but sera ainsi de toucher un maximum de personnes, de tout âge et présentant ou non d'autres pathologies, pour que le **dépistage** se fasse auprès de **l'ensemble de la population**.

Ce dispositif permettra **d'identifier de façon systématique les personnes d'hypertension ignorée** parmi les clients se soumettant à la mesure. Un problème pourrait être le mauvais dépistage (on "rate" des patients hypertendus et on en diagnostique qui ne le sont pas) mais d'après une étude menée par la Société Européenne pour l'Hypertension en 2019 montre que la probabilité de diagnostiquer des patients en "non hypertendus" alors qu'ils le sont est très faible (phénomène de régression vers la moyenne). Cela garantit que les clients présentant une hypertension seront identifiés.

### Quel dispositif choisir pour mettre en place un dépistage ?

Le concept envisagé est alors de **"mettre en scène" le dépistage de l'HTA**, en mettant en exposition et à disposition des patients un tensiomètre dans les pharmacies, attirant ainsi leur intérêt et leur permettant de mesurer leur tension pendant qu'ils patientent dans la file d'attente. Le **tensiomètre mis à disposition** sera un appareil homologué, effectuant une mesure au poignet pour une raison de praticité (le tensiomètre au niveau du bras étant plus contraignant). Il sera également associé à une **affiche** conçu de façon à attirer l'oeil des patients (voir contenu et exemple en annexe), le contenu de cette affiche étant validé par le Dr Lopez-Sublet.

Dans le cas où les chiffres ne seraient pas bons (PAS > 135 mmHg et/ou PAD > 85 mmHg), le patient sera incité à en parler à son pharmacien qui devra lui **présenter l'HTA** et ses **risques** en évoquant des **points précis indiqués dans un rapport** (voir Rapport à l'intention des pharmaciens d'officine, présenté en annexe) et lui conseiller de **consulter son médecin traitant**.

### Quels sont les contraintes et le coût de ce dispositif ?

Une implémentation à l'échelle régionale (ou nationale) suppose une standardisation des tensiomètres utilisés (dû à la présence de l'affiche). Avec 3760 pharmacies en Ile-de-France en 2017 (21665 pharmacies en France), il faut alors que toutes les pharmacies s'équipent d'appareil de mesure de tension au poignet ayant le même mode de fonctionnement. Cela leur impose **d'investir dans un appareil de tension au poignet** (25-35€, prix correspondant à ceux pratiqués auprès des pharmacies directement), à changer en moyenne au bout de 3-5 ans. Cet investissement est moindre au vu du bénéfice tiré par les patients, d'après les pharmaciens consultés et Jean-Christophe Larant, pharmacien titulaire d'officine, siégeant au Conseil National de l'Ordre des Pharmaciens dans la section A (section des pharmaciens d'officine).

Pour les **affiches à installer (format A2 ou A3)**, **concevoir et imprimer** un nombre suffisant d'affiches aurait un coût d'environ 2000€ pour l'Ile-de-France (6000€ pour la France entière), d'après Shane Graphique et Graphik Impact, agences de communication ayant déjà travaillé avec des organismes de santé (735€ fixe pour la conception de l'affiche et le reste pour l'impression).

## Comment agir pour mettre en place ce dispositif dans les pharmacies ?

Nous avons interrogé **M. Larant** pour connaître la **démarche à suivre** quant à la mise en place de ce dispositif. Le processus d'implémentation est le suivant.

Pour agir au **niveau régional** afin de mettre en place le dispositif décrit précédemment, nous devons nous adresser au **Conseil de l'Ordre Régional des Pharmaciens**, organisme totalement indépendant auquel tous les pharmaciens sont obligés d'adhérer. Plus précisément, la mesure devra être présentée à la section A du Conseil ainsi qu'au président qui publieront ensuite un rapport (voir Rapport de présentation à l'attention de l'ARS et de l'Ordre Régional des Pharmaciens) avec tout le descriptif du projet et auquel l'ensemble des pharmaciens adhère (c'est dans ce rapport qu'apparaîtra le rapport spécifiquement destiné aux pharmaciens pour qu'ils puissent présenter l'HTA à leurs patients). Dans le même temps, qu'il s'agisse ou non d'une campagne de santé publique, le projet sera présenté aux **commissions de coordination des politiques de santé de l'Agence Régionale de Santé** (remarque : l'un pouvant présenter le projet à l'autre et inversement), permettant ainsi de mettre en place le dispositif dans une région spécifique.

Pour agir au niveau national, il faut dans ce cas s'adresser au Conseil de l'Ordre National des Pharmaciens (section A et président) en parallèle du Ministère des Solidarités et de la Santé et/ou de la Haute Autorité de Santé. Par le même principe que précédemment, le dispositif pourra ensuite être mis en place à l'échelle nationale.

Dans le cadre de notre projet, ce dispositif ne sera présenté qu'au niveau de **l'Ile-de-France**, de façon à réaliser une première phase expérimentale (dont les critères de succès seront évalués par le sondage fourni en annexe : on estimera que l'expérimentation a fonctionné lorsque 75% des patients interrogés auront conscience de ce qu'est l'HTA et de leur propre situation vis-à-vis de la pression artérielle, d'après Mr Larant) avant de l'élargir à plus de régions et peut-être à un niveau nationale (par exemple, pour la vaccination en pharmacie, la mesure a d'abord été testé dans 3 grosses régions de France avant d'être déployée dans la France entière).

## Comment financer ce dispositif ?

Si cette mesure de dépistage s'avère être une composante d'une **campagne de sensibilisation de santé publique** et répondant aux critères précisés dans le rapport de l'ARS "L'intervention en prévention et en promotion de la santé en Ile-de-France 2018-2022", elle sera intégralement **financée par l'ARS** au niveau régional (et **par le Ministère des Solidarités et de la Santé** au niveau national) après examen du dossier (préalablement envoyé à [ars-idf-actions-preventions@ars.santé.fr](mailto:ars-idf-actions-preventions@ars.santé.fr)). Dans le cas contraire, les pharmaciens devront se munir par leurs propres moyens d'un tensiomètre, auquel il faudra ajouter un peu moins d'1€ pour financer le coût des affiches.

## Quelles sont les limites de ce dispositif ?

Il apparaît clair qu'on ne peut pas quantifier par avance l'impact de cette mesure. Il faudra donc mettre en place cette mesure dans un ou plusieurs établissements et observer l'évolution du dépistage par le biais d'un sondage (voir annexe) sur le bénéfice tiré par les patients, pour ensuite l'implémenter à l'échelle de la région, voire du pays.

# Mini-projet n°2 : Site internet

## Le fonctionnement du site web

### Inscription du patient

Après le dépistage de l'hypertension artérielle chez un individu, le médecin pourra **pré-inscire** le patient sur le site en communiquant simplement son nom et son adresse mail. Par la suite, grâce à un système d' emailing automatisé, le patient pourra poursuivre son inscription par le lien envoyé par mail. Après une présentation de la maladie et de l'importance de son traitement, le patient sera amené à **choisir** entre un accompagnement par un proche (**préférentiellement**) ou un professionnel de santé.

### Accès du patient

L'un des principaux objectifs du site est de permettre au patient de **suivre** son traitement et son évolution : il y rentrera régulièrement **ses mesures** de pression artérielle (et éventuellement d'autres données comme le poids ou encore ses activités physiques) pour que le site lui présente des résultats visuels clairs au moyen de courbes, avec des objectifs à atteindre fixés si possible par le médecin pour encourager le malade. À la connexion du patient, il lui sera parfois demandé de remplir **le questionnaire de Girerd** (environ toutes les deux semaines) pour évaluer son observance de manière directe. Le patient devra également fournir les informations concernant, son traitement (médicaments, fréquence de prise) afin que le site soit capable d'**anticiper** un manque de médicaments et de le prévenir par mail lorsqu'il sera temps pour lui de retourner à la pharmacie. La solution du mail est choisie car c'est le moyen le plus efficace pour que le patient prenne en compte le message transmis (29).

De plus, pour **compléter** le travail du médecin sur la sensibilisation avec l'hypertension artérielle, le site comportera des pages dédiées à la physiopathologie de la maladie, des questions-réponses, des vidéos tutoriels comme pour la prise de la tension et des informations sur les traitements. Enfin, une fenêtre de "chat" permettant de **communiquer** avec des infirmières sera également prévue afin de répondre aux questionnements du patient pour lesquels le site n'apporte pas de réponse.

### Accès du médecin

Le médecin aura accès aux données de santé et à l'observance de l'ensemble de ses patients. Pour choisir un dossier à consulter, il pourra entrer dans une **barre de recherche** le nom du patient. Il pourra aussi décider de **classer** les dossiers des patients en fonction de leur niveau d'observance ou de leurs objectifs afin de déterminer lesquels sont les plus urgents à traiter. Par ailleurs, si le médecin voit qu'un patient dérive, il pourra envoyer un mail automatique à celui-ci lui demandant une consultation ou un rendez-vous téléphonique. Il pourra donc utiliser ce site comme une aide au suivi de ses patients, de façon totalement facultative car le but du site est d'éviter tout surplus de travail de la part du médecin qui est en manque constant de temps.

### Accès du proche ou professionnel de santé

Le proche (ou le professionnel de santé) aurait lui aussi accès à ces données afin d'**encourager** le patient en fonction de ses besoins. Il aura aussi accès à une **évaluation de l'observance** du patient dont le calcul est précisé en annexe. Il verra aussi les informations sur le médecin afin de le contacter en cas d'urgence. Le professionnel de santé aura lui accès aux coordonnées du patient ce qui lui permettra

de lui envoyer des messages d'encouragements ou au contraire lui demander pourquoi il n'a pas pris son traitement récemment par exemple.

L'inconvénient d'utiliser un site Internet plutôt qu'une application mobile est que si l'utilisateur oublie de s'y connecter régulièrement, rien ne lui rappelle l'existence du site. Donc si le patient oublie (ou refuse) de se connecter au site pendant plus de deux semaines (l'intervalle de deux semaines est nécessaire à un bon suivi du patient, pour avoir une réelle évolution de sa tension), **un mail sera envoyé** au proche et au professionnel de santé pour qu'ils s'assurent que le patient prend bien son traitement.

## Les différents acteurs visés

### Le patient

Notre site se veut être une aide au patient, mais pas à n'importe lequel. Il doit être hypertendu, capable d'utiliser un ordinateur et en posséder un. Il doit de plus posséder un tensiomètre (connecté ou non). Cependant, nous envisageons de monter des partenariats avec des entreprises spécialisées dans de tels appareils afin d'obtenir des réductions suffisantes pour que ce facteur ne soit pas limitant. En prenant en compte toutes ces caractéristiques, on peut estimer la population totale visée à **7,6 millions de personnes** en France (cf annexe calcul du nombre d'utilisateurs potentiels).

Comment les amener à utiliser notre site? La proposition doit venir **du médecin traitant**: lorsque le patient est diagnostiqué hypertendu au cours d'une consultation, au moment de lui donner sa prescription, le médecin montre le site au patient et procède à son inscription partielle avec lui (nom, prénom, adresse mail et code médecin). Cela prend 1 minute au médecin et permet de s'assurer que le patient s'inscrive sur notre outil.

### Le médecin

Le médecin qui utilise ce site est a priori un **médecin généraliste** (et donc de ville). Si l'on considère qu'un médecin prend en charge en moyenne 864 patients, étant donné le nombre de patients calculé précédemment, on a un nombre d'utilisateurs médecins généralistes de **8 800** environ (cf annexe calcul du nombre d'utilisateurs potentiels).

Pourquoi le médecin aurait-il recours à notre site? Un problème récurrent chez les médecins généralistes aujourd'hui est qu'ils **manquent de temps** comme nous l'avons dit précédemment. Ici nous leur proposons d'améliorer l'observance de leur patient sans qu'ils aient besoin de faire autre chose que la phase de pré-inscription. De plus, nous lui donnons accès à un **suivi de la tension** (et de l'observance) de son patient. Nul besoin de se connecter trop régulièrement, **libre** à lui de consulter ces informations ou pas.

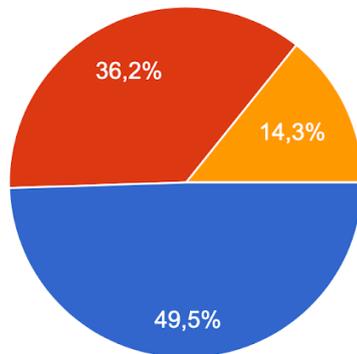
Comment promouvoir notre site auprès des médecins concernés? Notre idée était de passer par des **associations** de médecins spécialistes de l'hypertension comme le Comité de lutte français contre l'hypertension ou la Fondation de recherche sur l'HTA pour qu'ils promeuvent notre site. Nous avons contacté le Pr Xavier Girerd (président de la Fondation) à ce propos. Il nous a expliqué que pour cela notre projet doit être au préalable **validé** par le conseil scientifique et répondre aux "exigences fondamentales de l'évaluation scientifique". Donc d'après lui l'idée est **bonne** mais **difficilement réalisable** en pratique.

### Le proche

Voici les résultats d'une enquête que nous avez fait remplir à près de 200 personnes de notre entourage :

## Si vous deviez prendre un traitement à vie, souhaiteriez-vous qu'un proche vous soutienne?

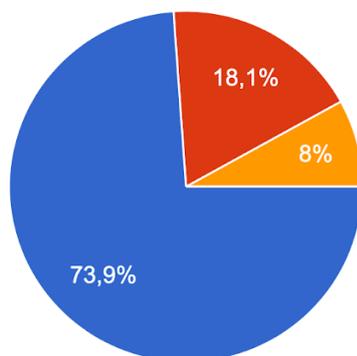
196 réponses



- Oui, cela faciliterait mon observance au traitement
- Non, je préfère gérer cela seul
- Non, quitte à choisir je préfère que ce soit un professionnel de santé (autre que médecin)

## A l'inverse, est ce que vous seriez prêt à soutenir un proche atteint de l'HTA?

199 réponses



- Oui
- Oui mais pas à vie
- Non malheureusement cela prendrait trop de temps et de responsabilité, je ne me sens pas capable de gérer cela.

Nous en déduisons qu'à peu près **la moitié** des patients souhaitent faire appel à un proche et que parmi ceux-ci ils pourront trouver un proche à même de les aider. Cela représente donc 3,8 millions d'utilisateurs-proches.

### Le professionnel de santé

Comme 14.3% de nos utilisateurs potentiels refusent de se faire suivre par un proche, une solution est de recourir à l'intervention d'un professionnel de santé, tant pour leur **suivi** que pour assurer la fenêtre de **chat** mise à disposition du patient (cf étude de terrain). Les infirmiers et infirmières hospitaliers étant pour la plupart surchargés de travail, on ciblera plutôt des infirmières libérales. Leur rôle est donc de suivre un patient en se connectant **une fois toutes les deux semaines** pour vérifier qu'il effectue bien ses mesures de tension et qu'il prend bien son traitement (à l'aide de l'évaluation de l'observance détaillée en annexe). Une infirmière que nous avons contacté (Sandrine

Clisson) estime que pour assurer un bon suivi il faut attribuer à peu près **5 patients** à chaque professionnel de santé. Nous aurons donc besoin de recruter **550 000 infirmières** dans le cas extrême où toute la population cible est connectée, sur la base de volontariat. En évaluant les honoraires des infirmiers libéraux et grâce à notre appel avec Sandrine Clisson, nous estimons que la rémunération adaptée est de 10 € brut soit **8€ net** par patient et par mois.

## Aspects économiques et techniques

### Développement et maintenance du site

Afin de développer le site internet, il est nécessaire de faire appel à des entreprises spécialisées dans ce domaine. D'après Nadi Bou Hanna, l'ancien PDG de 6tzen, entreprise qui propose un service public dématérialisé, le coût de **développement** est d'environ **12 000€** et prendrait entre 1 et 2 mois. Il faut ensuite héberger et continuellement mettre le site à jour (gérer les bugs, insérer de nouvelles fonctionnalités...) ce qui coûte environ **1800€ par mois**. Afin d'amortir ces coûts, différentes solutions sont possibles: les dons, les pubs, subventions de l'État... Concernant les publicités, ce qui permet d'être le plus rentable serait d'établir un **partenariat** avec des marques en rapport avec la santé (Withings, Omron...). Ce partenariat permettrait, sous certaines hypothèses (calculs détaillés en annexe), de générer **10 centimes** par utilisateur et par mois. Ainsi, après modélisation (courbes en annexe), on constate que pour 18 000 utilisateurs par mois le site devient rentable et pour environ 40 000 utilisateurs par mois, il sera entièrement remboursé **en moins de 6 mois**.

### Économies pour l'État et rémunération des infirmières

Cependant, la rémunération des infirmières (10€ brut par mois et par patient) ne pourra en aucun cas être assumée par les revenus générés par le site (publicités, partenariats). Ainsi, pour pouvoir effectuer ces rémunérations nous avons pensé que l'État pourrait nous apporter son aide car le site permettrait d'économiser de l'argent et de l'espace dans les hôpitaux. En effet, grâce à ce site, nous tentons d'améliorer l'observance des patients et donc d'éviter des événements ou maladies graves (AVC, infarctus, insuffisance rénale, etc.). Nous avons pour cela construit un graphe mettant en évidence les bénéfices tirés grâce au site en fonction du nombre d'utilisateurs et la part qui aurait été inobservant sans cet outil. (cf graphe 3D)

On observe alors que les bénéfices économiques de l'État grâce au site sont extrêmement importants (exemple : pour 50 000 utilisateurs dont 30% qui auraient été inobservants sans le site, les gains s'élève à près de 10 millions d'euros par an), sans même prendre en compte les lits d'hôpitaux libérés. D'un autre côté, la somme d'argent nécessaire à la rémunération des infirmières en est très inférieure (exemple : pour les mêmes hypothèses, le coût des infirmières, lui, n'est que de 840 000 euros par an soit moins de 8,8% des bénéfices).

## Limites et perspectives d'amélioration

### Les limites

Nous sommes conscients que la réalisation et l'efficacité de ce projet présente certaines limites que nous allons tenter d'identifier ici.

Premièrement, nous avons besoin d'un **investissement conséquent** (de l'ordre de 12 000€) pour **lancer le développement** du site par une entreprise spécialisée et aussi pour la maintenance et l'hébergement pendant les premiers mois (de l'ordre de 1 800€ par mois). Nous devons donc trouver les acteurs comme l'**État**, comités, fondations qui nous permettraient de trouver les fonds nécessaires à la réalisation technique du projet.

Deuxièmement, comme nous l'avons mentionné plus tôt, la **rémunération des infirmières** pour le suivi de patients ne peut être assuré par les potentiels partenariats et la publicité. Ainsi, nous avons besoin de **subventions** qui pourraient venir de la part de l'État, en contrepartie des économies que le site internet pourrait réaliser. Reste alors à convaincre les instances politiques de nous fournir cette aide financière, ce qui peut paraître difficile car les économies qui seraient réalisées sont prévues sur le long terme contrairement aux investissements et aux subventions qui sont nécessaires dès le début du projet.

Troisièmement, les études concernant l'influence positive des proches et des professionnels de santé étant très récentes (l'étude Hope 4 a été publiée en 2019), il est difficile d'estimer l'efficacité à long terme de notre approche. Il serait peut-être alors intéressant, lorsque le site sera effectivement prêt, de le tester sur un échantillon de la population hypertendus ; cela consisterait à scinder l'échantillon en deux parties présentant les mêmes conditions et caractéristiques, l'une suivant son traitement avec l'aide proposé par site et l'autre sans. On pourrait alors comparer l'observance entre les 2 populations après un certain temps (3 ans par exemple) afin de savoir si le site est efficace.

### Les perspectives d'amélioration

Nous avons, par ailleurs, pensé à quelques **améliorations** intéressantes que l'on pourrait apporter au projet et que nous n'avons pas pu traiter par manque de temps ou manque de connaissance. Nous allons cependant les détailler ici.

Premièrement, il serait très pratique d'améliorer la **connectivité et l'automatisation** du site, et ce par plusieurs moyens. Nous pourrions, tout d'abord, proposer l'appariement avec les tensiomètres connectés (comme ceux commercialisés par Withings par exemple) pour faciliter la communication des données de pression artérielle au site. Ensuite, le développement d'une **application mobile** améliorerait aussi grandement la prise en main de l'outil pour les patients. Enfin, le site pourrait aussi donner la possibilité aux médecins de **transférer** des dossiers patients pour simplifier la communication entre centre hospitalier et médecins de ville.

Deuxièmement, le site pourrait regrouper à terme le suivi d'**autres maladies chroniques** comme le diabète ou le cholestérol qui se cumulent souvent chez de nombreux patients. Le site deviendrait alors un vrai outil pour le suivi des maladies chroniques et de l'observance du patient dans ses différents traitements. C'est pour cela que nous avons choisi de nommer notre projet **monsuivisante.com**, ne nous limitant donc pas à l'hypertension artérielle.

Troisièmement, la base de données de notre site web constituera, dans quelques années, une ressource précieuse que nous devons penser à exploiter (**Big Data**). Dans cette optique, nous serons capable d'utiliser l'intelligence artificielle grâce à toutes ces données pour effectuer de l'aide au diagnostic capable d'orienter le médecin vers certains traitements en fonction du patient ou encore de détecter les patients à risque.

# Mini-projet n°3 : Étude économique

## Objectifs de l'étude

Le but de notre modèle économique est d'estimer les coûts totaux liés à l'hypertension artérielle de différentes "catégories" de patients hypertendus sur toute leur vie, depuis l'année du diagnostic jusqu'au décès. Nous souhaitons distinguer les "catégories" de patients selon plusieurs critères : tout d'abord, l'âge à partir duquel ils commencent à se traiter ainsi que leur observance, mais aussi leur taux de cholestérol, leur sexe, et s'ils fument ou non. Nous cherchons ainsi à déterminer le comportement d'un patient le plus viable économiquement, en faisant varier les caractéristiques énoncées ci-dessus.

En modélisant ainsi plusieurs types de patients, cette étude permettra de quantifier le surcoût lié à l'inobservance pour l'hypertendu dans le cadre de son traitement. De plus, en menant un grand nombre de simulations sur un échantillon de personnes représentant la population française (60% d'inobservants et 27% de fumeurs), nous pourrions déterminer le surcoût de l'inobservance pour l'Assurance Maladie. Comme il existe déjà certains chiffres qui quantifient le coût de l'inobservance en France, nous pourrions éventuellement valider notre modèle. Il permettra également dans un second temps de légitimer -ou non- certaines prises de décisions récentes concernant l'hypertension artérielle : entre autres, nous allons nous intéresser aux investissements dans différents projets de prévention et de suivi du patient, ainsi qu'au changement de régime de remboursement de l'hypertension artérielle (qui est passée de "maladie" à "facteur de risque" en 2011).

## Réalisation de l'étude : l'algorithme

Afin d'évaluer de tels coûts, nous avons décidé d'implémenter l'algorithme suivant : on commence par se placer dans un état  $N$  de la vie du patient, qui est alors caractérisé par son sexe, son âge, sa pression artérielle, son taux de cholestérol, et si il fume ou non. On va chercher à savoir si le patient va faire un événement cardiovasculaire dans les 10 années à venir, en nous basant sur l'étude de Framingham. Pour déterminer la probabilité de faire un événement, nous utilisons le **score de Framingham** (30), qui va dépendre de tous les paramètres énoncés précédemment. Le document en annexe permet d'attribuer au patient un certain nombre de points en fonction de ses caractéristiques. Afin de rendre le modèle du score plus général, nous avons décidé de passer d'un score "discret" à un score "continu" en implémentant des fonctions. Ainsi, nous avons créé une fonction  $SCORE = f(\text{âge}, \text{pression artérielle}, \text{etc...})$  continue avec le logiciel LatisPro, qui retourne le score de Framingham du patient. Notre modèle tient également compte du nombre d'événements déjà survenus par le passé : plus le patient a fait d'événements, et plus le risque qu'il en refasse un est élevé. Plus le score de Framingham du patient est élevé, et plus ce dernier a de risques de faire un événement : par exemple, si le score du patient est de 17, alors il a 30% de chances de faire un événement.

Plaçons nous dans le cas où il y a effectivement un événement : il faut alors déterminer du type d'événement dont il s'agit. Pour notre algorithme, nous n'avons conservé que les événements qui sont les plus fréquents pour un patient hypertendu : AVC (40% des événements), infarctus (30%), insuffisance cardiaque (20%), insuffisance rénale avec greffe (7%) et insuffisance rénale avec dialyse (3%). Pour les quatre premiers types d'événements, il y a une probabilité significative de décès dont nous tenons compte (47% de décès lors d'un AVC, 15% lors d'un infarctus, 35% lors d'une insuffisance rénale avec greffe et 65% lors d'une insuffisance cardiaque) (31). De plus, si le patient a déjà fait un événement du même type par le passé, sa probabilité de décès augmente.

Puisque Framingham calcule un risque sur 10 ans, on passe à l'état  $N+1$  en implémentant l'âge de 10 ans : il s'agit du pas de temps minimum que nous pouvons utiliser pour pouvoir continuer à nous

baser légitimement sur l'étude de Framingham. Nous implémentons également la pression artérielle, que nous modélisons comme une fonction croissante du temps, dépendant d'un éventuel traitement. Cette implémentation de la pression artérielle n'est pas idéale (cf. partie Limites imposées par la disponibilité des données ci-après), mais elle ne constitue pas une limite majeure à notre modèle.

À chaque événement est associé un coût fixe comprenant les frais d'hospitalisation, les médicaments, la logistique etc... À chaque nouvel événement, on rajoute ce coût ainsi que le coût des éventuels traitements antihypertenseurs (si le patient est observant) au **coût total** que renverra finalement l'algorithme. L'algorithme prend fin si une des deux conditions suivantes est validée : le patient meurt lors d'un événement ; ou bien le patient atteint l'âge limite de 84 ans (espérance de vie moyenne en France). Finalement, l'algorithme renvoie l'âge de décès du patient, ainsi que le coût de son hypertension artérielle sur toute sa vie. Notre algorithme se basant ainsi sur un modèle probabiliste, il est nécessaire de le faire tourner un très grand nombre de fois afin d'avoir des résultats cohérents (dans notre cas : 600.000 fois).

## Limites imposées par l'accès aux données

Afin de mettre en place un tel algorithme, nous avons dû simuler de la manière la plus réaliste possible le parcours d'un patient et les coûts engendrés par les différentes étapes de son suivi et de sa maladie. Cela a nécessité la mobilisation d'un grand nombre de données et le choix d'hypothèses simplificatrices dont voici la liste exhaustive.

### L'évaluation des risques de faire un événement cardiovasculaire

La première étape primordiale dans cet algorithme est l'évaluation des risques d'événements cardio-vasculaires dans les années à venir pour un patient donné. Cette étude des risques est complexe car plurifactorielle : elle nécessite de se pencher sur des facteurs de risque autres que l'hypertension artérielle tels que le tabagisme, le diabète ou le cholestérol. Plusieurs études ont été menées à ce sujet, chacune débouchant sur une méthode différente du calcul de risque. Nous avons dû en choisir une seule pour l'implémentation de l'algorithme. Les trois plus pertinentes dans notre cas sont celles de Framingham, QRISK et SCORE. En effet, ce sont les plus répandues et les plus utilisées par la communauté scientifique. Nous avons ainsi comparé leurs avantages et inconvénients respectifs afin de ne retenir que la plus pertinente à notre évaluation économique.

QRISK et SCORE ont été réalisées en Europe et semblent donc au premier abord plus pertinentes dans un calcul de risque appliqué à la France. QRISK s'appuie sur des cohortes anglaises et SCORE sur différentes cohortes européennes. Cependant, SCORE définit le risque de mortalité mais pas le risque de faire un événement ce qui ne permet donc pas d'en tirer des conclusions sur les prix d'hospitalisation dus aux complications de l'HTA. En outre les résultats de cette étude ne sont applicables qu'à un panel d'âge trop réduit, allant de 40 à 64 ans. Ceci empêche l'évaluation des coûts des traitements et d'hospitalisation d'un patient tout au long de sa vie. Le calcul de QRISK est lui adapté à une large population allant de 25 à 84 ans et prend en compte un grand nombre de paramètres. Cependant il ne calcule que le risque de faire une insuffisance cardiaque, un arrêt cardiaque ou un AVC et ne prend pas en compte les autres complications dues à l'HTA. Ces deux modèles ne sont donc pas adaptés à notre problème.

L'étude de Framingham a été réalisée dans le Massachusetts (USA) et ne serait donc pas de prime abord la plus adaptée à la population française. Nous avons tout de même décidé de conserver cette mesure du calcul de risque. En effet il est possible de recalibrer le calcul de risque et ré-évaluer le risque avec un facteur multiplicatif pour s'adapter au risque réel en France comme le montre l'étude menée par l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES)(32). De plus l'étude

de Framingham est adaptée à une tranche d'âge assez large allant de 30 à 74 ans et a été effectuée sur un panel très large de la population, notamment grâce au grand nombre de personnes intégrées dans le programme entre 1947 et 1949 - environ 5.000 personnes. Cette étude a permis l'élaboration du modèle permettant de calculer le risque d'événement cardiovasculaire dans les 10 ans à venir. L'étude Framingham est prise comme référence dans le domaine médical pour sa grande fiabilité. Comme expliqué plus haut, nous avons décidé d'utiliser le score de Framingham qui découle de l'étude de Framingham, principalement pour sa facilité d'implémentation et sa fiabilité.

Le modèle reste toutefois imparfait. Certains paramètres dont l'influence sur la morbi-mortalité est avérée ne sont en effet pas pris en compte tels que l'hérédité ou l'indice de masse corporel. La pression artérielle diastolique n'est pas non plus prise en compte alors qu'elle représente un facteur de risque non négligeable pour les hypertendus de moins de 45 ans (33). De plus certains paramètres ne sont pris en compte que de façon qualitative. Entre autres, on distingue seulement deux catégories pour le tabagisme : les fumeurs et les non fumeurs, sans prendre en compte la durée depuis laquelle le patient fume ainsi que sa consommation exacte. En effet, l'étude de Framingham, tout comme SCORE et QRISK, ne prend pas en compte l'évolution des paramètres et la durée d'exposition aux différents facteurs de risque. Aucune étude de suivi de l'évolution des pressions artérielles et des risques cardiovasculaires engendrés n'a encore été réalisée à la même échelle que celle de Framingham, ce qui ne permet pas pour l'instant de prendre en compte les risques d'une exposition prolongée à l'HTA.

L'évolution temporelle de la pression artérielle systolique

Le problème auquel nous sommes confrontés ici est celui soulevé à la fin de la partie précédente. Nous avons vu (cf Analyse "Effets et complications de l'HTA") qu'il existe une relation linéaire entre la pression artérielle et le risque de complications cardio-vasculaires ou rénales pour des valeurs de PAS supérieures à 110 mmHg et des valeurs de PAD supérieures à 70 mmHg. Mais nous ne connaissons pas le coefficient directeur de la droite pour des hypertendus de différents grades. Aucune étude de grande ampleur ne s'est penchée sur l'évolution temporelle de la pression artérielle d'hypertendus en réalisant non pas une mesure ponctuelle mais un suivi des patients en continu. Les seules plateformes permettant de retrouver des courbes d'évolution sont les entreprises de tensiomètres connectés telles que Withings. Cependant ces données ne permettent pas de faire une étude sur une population assez large et représentative, en plus d'être peu accessibles pour des raisons de confidentialité. Nous avons donc décidé de nous appuyer sur l'évolution moyenne de la pression artérielle en France en fonction de l'âge (34), et avons ainsi supposé une hausse systématique de 0.5 mmHg/an pour la pression artérielle systolique d'une personne non traitée.

Prévalence des différents événements cardio-vasculaires

Une fois le risque d'événement cardio-vasculaire évalué, nous avons besoin d'évaluer la probabilité de faire un événement donné parmi les événements les plus fréquents. Nous avons décidé de prendre en compte les AVC, l'infarctus du myocarde, l'insuffisance cardiaque, l'insuffisance rénale menant à une dialyse et l'insuffisance rénale menant à une greffe du rein. Une étude sur l'épidémiologie de l'hypertension artérielle a été menée en Angleterre, qui nous permet de chiffrer précisément la proportion de chaque événement parmi toutes les complications possibles de l'HTA (35). Il faut ensuite prendre en compte le risque de mortalité associé à chacun de ces événements, ces données sont accessibles de manière assez fiable via des études précises sur chacune des complications (34, 36-38).

Coût des traitements et des hospitalisations

Enfin il faut pouvoir chiffrer les coûts de chacun des traitements et des hospitalisations selon les différents types de patient.

La première chose qui rentre en compte est le prix du traitement médicamenteux. Les traitements varient en fonction de l'âge et de la pression artérielle. Ainsi un patient peut passer d'une monothérapie à une bithérapie, ou même à une trithérapie. De plus, les prix varient si les médicaments consommés sont des médicaments génériques ou pas. Du fait de ces variations, il est assez difficile d'estimer le coût précis du traitement d'un patient à un instant t. Comme on calcule le coût de la prise en charge d'un patient sur toute sa vie, il est à la fois plus simple et pertinent d'utiliser le coût moyen annuel par patient en traitement médicamenteux disponible grâce aux données de l'Assurance Maladie (39).

Il faut ensuite prendre en compte les coûts dus aux complications. Ils comprennent à la fois les coûts d'hospitalisation et les coûts de prise en charge avant et après l'accident. Les coûts d'hospitalisation sont assez simples à extraire grâce aux GHM. Cependant les coûts pour un même type d'hospitalisation peuvent varier assez fortement suivant la gravité de la complication. Nous avons donc décidé de rassembler des coûts par racines de GHM et de prendre le coût moyen d'hospitalisation pour chaque ensemble de GHM sur les années 2017 et 2018 (40). Il faut également y inclure les éventuels prix de prise en charge après l'événement qui nécessitent souvent un suivi plus poussé qu'avant, ainsi que l'éventuelle prise en charge par une ambulance (39). En sommant tous ces coûts, on obtient alors ce que l'on appellera le "coûts total dû aux complications de l'hypertension artérielle".

### Les limites du modèle d'un patient

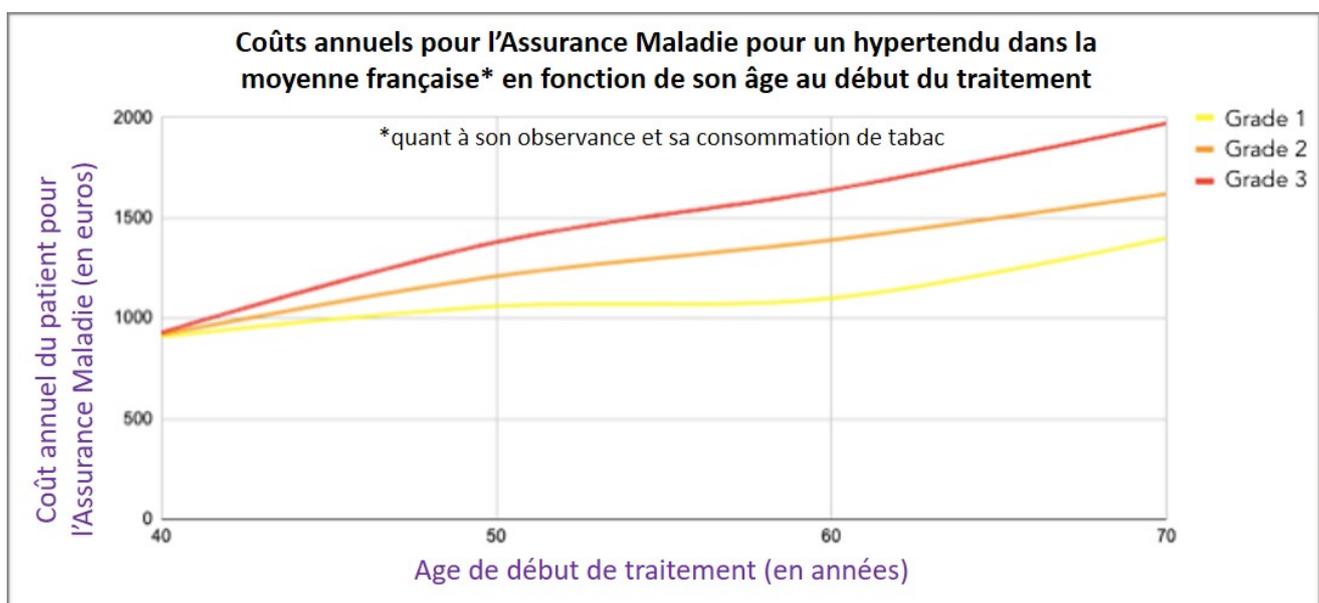
Une dernière limite réside dans la description de l'observance d'un patient par notre algorithme. Un des obstacles rencontrés était en effet de quantifier l'inobservance d'un patient, qui peut se manifester sous de nombreuses formes. Par exemple, le patient peut ne prendre ses médicaments qu'un jour sur deux, ou bien tous les jours pendant un mois et rien du tout les deux mois suivants etc... Accéder à de telles données sur l'inobservance est quasiment impossible, et nous avons donc dû faire un choix de modélisation. C'est pourquoi notre algorithme ne distingue que deux types de patients : ceux qui sont 100% observants - i.e. qui prennent leurs médicaments tous les jours, et ceux qui sont 0% observants. Toutefois, l'algorithme pourrait être rapidement modifié pour peu que nous ayons accès à des données et des statistiques sur l'observance des patients hypertendus, ce qui nous permettrait de pousser plus loin nos modélisations. À noter également que dans notre modèle de la population française explicité plus haut, nous ne tenons pas compte de l'évolution du taux de cholestérol des patients - mais ce critère n'impacte pas fortement le calcul du risque.

## **Les résultats**

En faisant tourner l'algorithme, nous avons calculé le coût moyen des traitements de l'HTA par an et par patient en fonction de l'âge à partir duquel le patient est diagnostiqué et traité.

HTA initiale (en mmHg) \ Âge à partir duquel le patient est diagnostiqué	40	50	60	70
Grade 1 (150)	910 €	1060 €	1100 €	1400 €
Grade 2 (170)	920 €	1210 €	1390 €	1640 €
Grade 3 (190)	930 €	1380 €	1620 €	1970 €

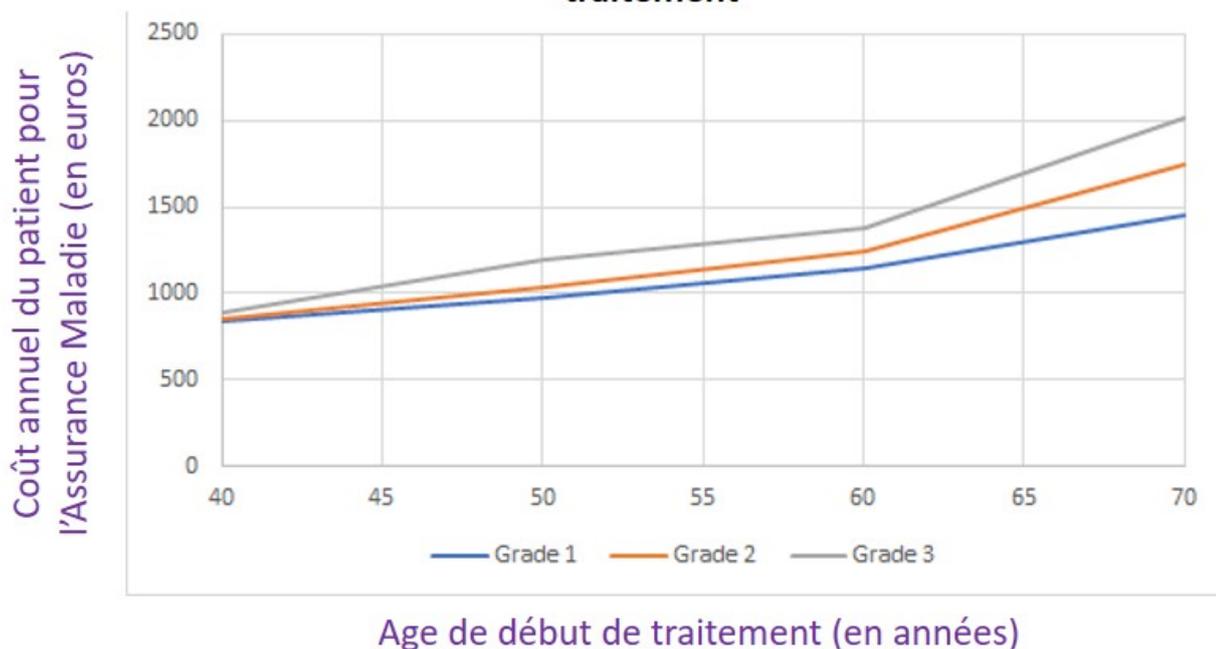
Coût de l'hypertension par an par patient pour une population observante à 40%, avec 27% de fumeurs (population française)



HTA initiale (en mmHg) \ Âge du début de la simulation	40	50	60	70
Grade 1 (150)	840 €	970 €	1140 €	1450 €
Grade 2 (170)	850 €	1030 €	1240 €	1740 €
Grade 3 (190)	890 €	1190 €	1380 €	2010 €

Coût de l'hypertension par an par patient pour une population 100% observante (population idéale)

### Coûts annuels pour l'Assurance Maladie pour un patient parfaitement observant en fonction de son âge au début du traitement



On observe d'une part un intérêt économique à diagnostiquer le plus tôt possible un patient hypertendu et d'autre part, un surcoût lié à l'inobservance.

Nous avons ensuite essayé d'estimer le surcoût lié à l'inobservance pour la population française. Pour cela nous avons calculé le coût par an et par patient pour une population hypertendue 100% observante, dans le but de le comparer avec celui d'une même population, mais observante cette fois à 40% (afin de modéliser la population française). Dans les deux modèles, on prend en compte les 27% de fumeurs de la population française (41). De plus, quand on parle d'une population observante à 40%, il s'agit en réalité d'une population où 60% des patients ne prennent jamais leur traitement - cf. ci-dessus, Partie "Les limites du modèle d'un patient". Nous avons trouvé une valeur de 650€, qui correspond donc au surcoût par an et par français inobservant. Si l'on considère les 7,500,000 français hypertendus traités et inobservants (12), on peut estimer le déficit total lié à l'inobservance de l'hypertension artérielle à 4.700.000.000€. Ce résultat est cohérent avec (12, 42) qui estimait ce même déficit à 4.500.000.000€.

---

# CONCLUSION

L'HTA s'impose comme un sujet de préoccupation majeur dans la société, aux échelles nationale et mondiale. Notre étude s'est placée dans le cadre du système de santé français. C'est plus précisément à la place de la e-santé dans le traitement de cette maladie silencieuse ainsi qu'au rôle des ingénieurs dans l'amélioration du suivi et du traitement de celle-ci que le docteur Lopez-Sublet nous a demandé de nous intéresser.

Les conférences auxquelles nous avons pu assister nous ont permis de mener une analyse précise de cette pathologie, de sa prise en charge puis des défauts de cette dernière. Les failles ainsi mises en évidence placent *de facto* les patients au cœur de la problématique : la moitié d'entre eux ne sont pas dépistés et 60% ne prennent pas correctement le traitement qui leur a été prescrit. Ces failles, qui sont à l'origine d'une forte mortalité liée à l'HTA et de coûts importants pour l'assurance maladie, relève du domaine social et humain et non du domaine scientifique. Ainsi, nous avons compris qu'une meilleure prise en charge de l'HTA ne nécessitait pas des avancées scientifiques quant à la connaissance de la pathologie ou au traitement de celle-ci qui sont parfaitement cernés, mais bien plutôt des améliorations sur le plan social. Pour résumer très brièvement, de cette analyse nous avons compris qu'il faut en fait prendre la tension des Français et les aider à prendre leur traitement sur le long terme pour améliorer la prise en charge de l'HTA en France. Nous avons par ailleurs observé l'efficacité de la e-santé à proposer de multiples solutions à cela. Néanmoins, les médecins rencontrés ont tous, bien que de façon plus ou moins marquée, insisté sur l'importance de la relation humaine avec le patient pour une bonne prise en charge de son HTA. Ainsi, au vu de notre analyse, il nous a semblé pertinent de répondre à des failles « sociales » par des approches, au moins en partie, « sociales » et non uniquement technologiques. Ainsi, nous avons élaboré deux plans d'action pour améliorer la sensibilisation des Français à l'HTA ainsi que le dépistage de cette pathologie. Puis c'est aussi une solution s'inscrivant dans le vaste domaine de la e-santé que nous avons étudiée : un site internet de suivi mettant au centre l'interaction du patient avec son médecin, ses proches ou son infirmière. L'outil numérique associé à une prise en charge prenant en compte le social ainsi que la sensibilisation du public permettra une meilleure compréhension de l'HTA et une meilleure observance. Ceci améliorera donc la prise en charge de l'HTA, répondant alors au problème soulevé par le docteur Lopez-Sublet.

Nous avons défini des plans d'actions économiquement viables en nous basant sur des calculs économiques précis des coûts engendrés par chacun des outils développés et un calcul du gain économique que permettrait une meilleure prise en charge et une meilleure observance dans le domaine de l'HTA. Nous avons également choisi, dans chacun de nos projets, de restreindre notre domaine d'action à une population précise, afin de pouvoir avoir un réel impact sur celle-ci.

Enfin, de façon plus générale, nous avons découvert à l'issue de ces trois semaines, en quoi l'ingénieur généraliste peut apporter des solutions à un problème complexe et spécifique du domaine de la santé. Tout d'abord, c'est le recul qu'a l'ingénieur généraliste, du fait de ne pas être directement impliqué dans le domaine de la santé, qui est un atout. Il a d'autant plus de facilités pour apporter un nouveau regard, pour s'interroger sur de nouveaux points. De plus, malgré la méconnaissance première du sujet très spécialisé, il nous semble que l'ingénieur généraliste a la capacité de s'en emparer rapidement, efficacement et précisément grâce à sa formation : nous avons été habitués à étudier très en détails de nombreux sujets, et ce en un laps de temps réduit. Ainsi, après une semaine et demie de conférences, sans aucune connaissance au préalable sur le sujet, nous avons été en mesure de cerner le sujet précisément et d'identifier les problèmes précis relatifs. Il nous a ensuite fallu comprendre plus précisément les difficultés du système de santé. Cela nous a mené à repenser l'interaction entre les différents acteurs de ce domaine : le rôle du médecin, du pharmacien, des étudiants de médecine, etc.

Notre formation scientifique nous apporte une rigueur nous permettant de voir les choses de manière rationnelle et systématique, en identifiant clairement les structures, les problèmes et les causes. Le souci de précision et d'exactitude qui nous a été enseigné – mis ici en pratique dans l'identification des limites de nos projets ou dans l'explicitation des approximations qui ont pu être faites à différents stades par exemple- nous permet d'envisager logiquement le problème donné, tout en comprenant que certaines données sont incomplètes et en prenant en compte les incertitudes dans notre raisonnement. Ceci nous mène à envisager des évolutions, des réorganisations, de nouvelles solutions. Enfin, il nous semble qu'une autre compétence que nous avons su mobiliser dans ce projet est la capacité à envisager mais surtout mettre en place des solutions, c'est-à-dire étudier la possibilité de son implémentation en faisant intervenir de nombreux paramètres tels la disponibilité des acteurs, leurs intérêts respectifs, la viabilité économique des projets ou encore l'ergonomie des solutions proposées. Nous avons compris qu'une formation d'ingénieur généraliste nous donne des clefs pour pouvoir envisager de manière globale un domaine complexe et inconnu, afin éventuellement d'apporter une aide - nous l'espérons fortement- à des experts de ce domaine.

Nos solutions telles que nous les exposons sont spécifiques à l'HTA. Néanmoins elles ont été pensées de manière assez systématique pour pouvoir être adaptées à d'autres cas. Ainsi la place de la santé associée à une aide humaine pourra être envisagée comme une solution à la prise en charge d'autres maladies chroniques.

---

---

# BIBLIOGRAPHIE

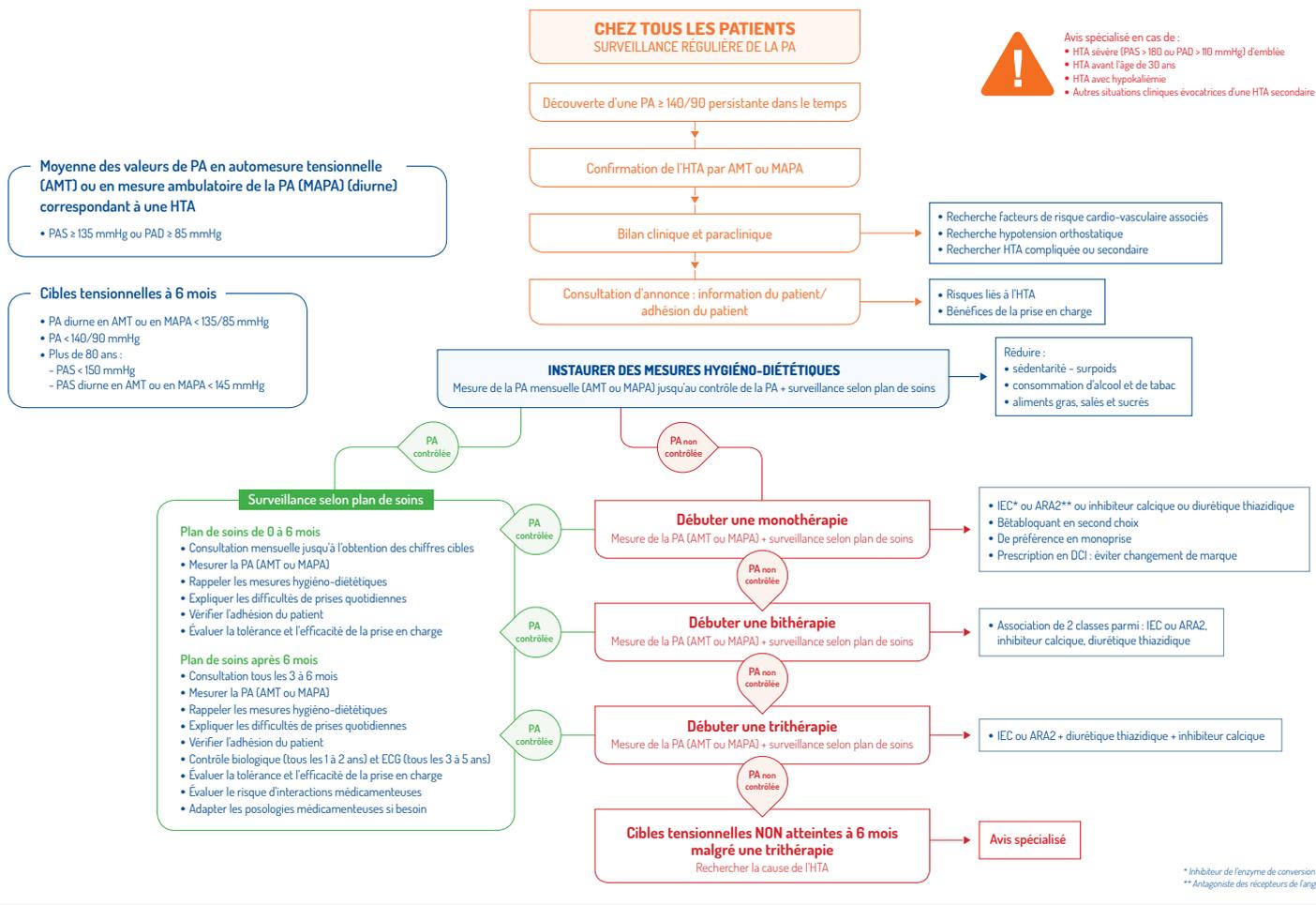
- 1 - NCD Risk Factor collaboration, (2017). "Worldwide trends in blood pressure from 1975 to 2015: a pooled analysis of 1479 population-based measurement studies with 19·1 million participants". The Lancet, 389(10064), 37-55. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31919-5
- 2 - OMS, (2013), A global brief on hypertension. Disponible sur:  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79059/WHO\\_DCO\\_WHD\\_2013.2\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79059/WHO_DCO_WHD_2013.2_eng.pdf?sequence=1)
- 3 - Ordre national des médecins (2015). Santé connectée, de la e-santé à la santé connectée. Disponible sur  
[https://fr.slideshare.net/benj\\_2/le-livre-blanc-du-cnom-medecins-sante-connectee-janv-2015?qid=0f92b749-8f16-42f3-a7cd-05b088e40a3c&v=&b=&from\\_search=1](https://fr.slideshare.net/benj_2/le-livre-blanc-du-cnom-medecins-sante-connectee-janv-2015?qid=0f92b749-8f16-42f3-a7cd-05b088e40a3c&v=&b=&from_search=1)
- 4 - Inserm, (2018), Hypertension artérielle (HTA). Disponible sur:  
<https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/hypertension-arterielle-hta>
- 5 - HAS, (2016), Prise en charge de l'hypertension artérielle de l'adulte. Disponible sur:  
[https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2016-10/fiche\\_memo\\_rapport\\_elaboration\\_hta\\_mel.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2016-10/fiche_memo_rapport_elaboration_hta_mel.pdf)
- 6 - Solère, P. (2017) HTA: l'AHA et l'ACC révolutionnent la définition en abaissant la barre à 130/80 mm Hg. Medscape. Disponible sur:  
<https://francais.medscape.com/voirarticle/3603720>
- 7 - Haute Autorité de Santé, (2016), "Prise en charge de l'hypertension artérielle de l'adulte" Disponible sur:  
[https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_2059286/fr/prise-en-charge-de-l-hypertension-arterielle-de-l-adulte](https://www.has-sante.fr/jcms/c_2059286/fr/prise-en-charge-de-l-hypertension-arterielle-de-l-adulte)
- 8 - Haute Autorité de Santé, (2013), Évaluation par classe des médicaments antihypertenseurs. Disponible sur :  
[https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-05/rapport\\_evaluation\\_medicaments\\_antihypertenseurs.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-05/rapport_evaluation_medicaments_antihypertenseurs.pdf)
- 9 - Perrine, A.-L., Lecoffre, C., Blacher, J., Olié, V., (2018). L'hypertension artérielle en France: prévalence, traitement et contrôle en 2015 et évolutions depuis 2006. BEH 10. 170-179. Disponible sur:  
[http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2018/10/pdf/2018\\_10\\_1.pdf](http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2018/10/pdf/2018_10_1.pdf)
- 10 - Ipsos pour Quantum Genomics, (2019), "Les Français et l'hypertension artérielle"
- 11 - Assurance Maladie, (2019) "Les symptômes et le diagnostic de l'hypertension artérielle" disponible sur:  
<https://www.ameli.fr/paris/assure/sante/themes/hypertension-arterielle-hta/symptomes-diagnostic>
- 12 - Alain, A. et l'Académie Nationale de Pharmacie (2015), Rapport sur l'Observance des Traitements Médicamenteux en France
- 13 - IMS health, CRIP (2014), L'observance en France : Plus de 9 milliards d'euros d'économies potentielles en 1 seule année sur 6 pathologies chroniques ! Disponible sur:  
<https://lecrip.org/wp-content/uploads/2014/11/Info-Press-Observance-VF1.pdf>
- 14 - SFHTA, Observance aux traitements antihypertenseurs en Médecine Générale, disponible sur  
[http://www.sfhta.eu/wp-content/uploads/2018/06/Observance-aux-traitements-antihypertenseur-en-Medecine-Generale\\_Alexandre\\_PERSU.pdf](http://www.sfhta.eu/wp-content/uploads/2018/06/Observance-aux-traitements-antihypertenseur-en-Medecine-Generale_Alexandre_PERSU.pdf)
- 15 - Bhagavathula, AS. Abegaz, TM., Gebreyohannes, EA., Shehab, A. (2016), Non adherence to antihypertensive drugs: A systematic review and meta-analysis, Medicine, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jval.2016.09.1787>
- 16 - Scheen A., Giet D. (2010), Non-observance thérapeutique, causes, conséquences, solutions, Rev Med Liège; 65 : 5-6 : 239-245

- 17 - Burnier, M., Egan, B.M., Adherence in Hypertension : A Review of Prevalence, Risk Factors, Impact, and Management, *Circulation Research*, DOI: [10.1161/CIRCRESAHA.118.313220](https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.313220)
- 18 - Académie nationale de médecine (2018), Rapport 18-03: Efficacité et effets indésirables des statines : évidences et polémiques, *Bulletin de l'académie nationale de médecine*, 202 (n°5-6), p.817 à 835, disponible sur: <http://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2018/05/P.817-836.pdf>
- 19 - Burnier, M., Polychronopoulou, E., Wuerzner, G.(2018). Prise en charge de l'hypertension artérielle : de l'inertie thérapeutique à l'autonomie des patients, *Revue médicale Suisse*, 14, p.1602-1605 disponible sur: [https://www.revmed.ch › content/revmed › download](https://www.revmed.ch/content/revmed/download)
- 20 - Gouvernement français (2011), décret n°2011-726
- 21 - Sofinco, Les Français et leur budget santé (6) (2017), *Sofinscope*, disponible sur: <https://www.sofinscope.sofinco.fr/les-francais-leur-budget-sante-6/>
- 22 - Perchicot, E. (2014), retrait ALD HTA sévère, VIDAL disponible sur: <https://youtu.be/DgVzie9Wh2U> (interview)
- 23 - Assurance Maladie, (2019), Premier anniversaire du remboursement de la téléconsultation, *Dossier de presse*, disponible sur: [https://www.ameli.fr/fileadmin/user\\_upload/documents/DP\\_1er\\_anniversaire\\_du\\_remboursement\\_de\\_la\\_teleconsultation\\_sept\\_2019.pdf](https://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/DP_1er_anniversaire_du_remboursement_de_la_teleconsultation_sept_2019.pdf)
- 24 - Assurance Maladie, (2019), L'adoption du DMP progresse, *Dossier de presse*, disponible sur: [https://www.ameli.fr/fileadmin/user\\_upload/documents/DP\\_DMP\\_septembre\\_2019\\_01.pdf](https://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/DP_DMP_septembre_2019_01.pdf)
- 25 - étude Hope 4
- 26 - Lwin MO, Malik S, Chua TS, Chee TS, Tan YS. (2016), *Global Health Promotion*, 23(1), 27-36, doi: 10.1177/1757975914555730
- 27 - J-J. Mourad, X. Girerd, B. Pannier, D. Herpin et N. Postel-Vinay, (2008), Effet d'une campagne de sensibilisation sur la prévention primaire de l'HTA sur le niveau de pression artérielle ambulatoire, *Journal des Maladies Vasculaires*, 33(S1), Doi : 10.1016/j.jmv.2008.01.048
- 28 - Harris interactive (2019), Les Français et leurs attentes vis-à-vis des pharmaciens. Disponible sur: [https://harris-interactive.fr/opinion\\_polls/les-francais-et-leurs-attentes-vis-a-vis-des-pharmaciens/](https://harris-interactive.fr/opinion_polls/les-francais-et-leurs-attentes-vis-a-vis-des-pharmaciens/)
- 29 - Peterson, A.M., Takiya, L., Finley, R. (2003). Meta-analysis of trials of interventions to improve medication adherence. *Am J Health Syst Pharm*, 60 (7), 657-65. Disponible sur: <https://academic.oup.com/ajhp/article-abstract/60/7/657/5143210?redirectedFrom=fulltext>
- 30 - Framingham Heart Study, National Heart, Lung, and Blood Institute, Mass 01701, USA
- 31 - The SPRINT Research Group\*, (2015), A Randomized Trial of Intensive versus Standard Blood-Pressure Control, *N Engl J Med*; 373:2103-2116  
DOI: 10.1056/NEJMoa1511939
- 32 - HAS, (2004, mis à jour en 2013), Méthodes d'évaluation du risque cardiovasculaire global, *Recommandation en santé publique*, disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/r\\_1497591/fr/methodes-d-evaluation-du-risque-cardio-vasculaire-global](https://www.has-sante.fr/jcms/r_1497591/fr/methodes-d-evaluation-du-risque-cardio-vasculaire-global)

- 33 - Kannel WB, Gordon T, Schwartz MJ.,(1971) Systolic versus diastolic blood pressure and risk of coronary heart disease: The Framingham study, *The American Journal of Cardiology*, 27 (4), 335-46, DOI: [10.1016/0002-9149\(71\)90428-0](https://doi.org/10.1016/0002-9149(71)90428-0)
- 34 - Perrine A-L., Lecoffre C., Blacher J., Olié V., 2018, L'hypertension artérielle en France : prévalence, traitement et contrôle en 2015 et évolution depuis 2006
- 35 - NICE (National Institute for Health and Care Excellence), (2019), Hypertension in adults: diagnosis and management, *Nice Guidance*, disponible sur: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng136/resources/hypertension-in-adults-diagnosis-and-management-pdf-66141722710213>
- 36 - Mosterd A., Hoes A. W., (2007), Clinical epidemiology of heart failure, *Heart*. 93(9): 1137–1146, doi: [10.1136/hrt.2003.025270](https://doi.org/10.1136/hrt.2003.025270)
- 37 - van Londen M., Aarts B., Deetman P, van der Weijden J., Eisenga M., Navis G., Bakker S., de Borst M., 2017, Post-Transplant Hypophosphatemia and the Risk of Death-Censored Graft Failure and Mortality after Kidney Transplantation, *Clinic Journal of American Society of Nephrology*; 12(8): 1301–1310, doi: [10.2215/CJN.10270916](https://doi.org/10.2215/CJN.10270916)
- 38 - Devroey D., Van Casteren V., Buntinx F, (2003), Registration of Stroke through the Belgian Sentinel Network and Factors Influencing Stroke Mortality, *Cerebrovasc Dis.* ;16(3):272-9., DOI: [10.1159/000071127](https://doi.org/10.1159/000071127)
- 39 - L'Assurance Maladie, (2008), La France, 10,5 millions d'hypertendus traités, *Economie*, disponible sur: [https://www.ameli.fr/fileadmin/user\\_upload/documents/DP-HTA\\_02.pdf](https://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/DP-HTA_02.pdf)
- 40 - ENC MCO, (2019), Analyse des coûts, *Scan Santé*, disponible sur: <https://www.scansante.fr/applications/enc-mco>
- 41 - Santé Publique France - Enquête aléatoire représentative de la population des 18-75 ans menée auprès de 25 319 individus entre janvier et juillet 2017.
- 42 - IMS Health-France et le Cercle de réflexion de l'industrie pharmaceutique (Crip), (2014), Améliorer l'observance, traiter mieux et moins cher, disponible sur: <https://lecrip.org/wp-content/uploads/2014/11/BrochureObservance-imprim1.pdf>
-

# ANNEXES

## PARTIE I : ANALYSE



## Recommandations de la HAS pour la prise en charge du patient hypertendu

# ÉVALUATION DE L'OBSERVANCE D'UN TRAITEMENT MÉDICAMENTEUX

## Respect du traitement prescrit : où en est votre patient ?

	Oui	Non
Ce matin avez-vous oublié de prendre votre traitement ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Depuis la dernière consultation, avez-vous été en panne de médicament ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous est-il arrivé de prendre votre traitement avec retard par rapport à l'heure habituelle ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous est-il arrivé de ne pas prendre votre traitement parce que, certains jours, votre mémoire vous fait défaut ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous est-il arrivé de ne pas prendre votre traitement parce que, certains jours, vous avez l'impression que votre traitement vous fait plus de mal que de bien ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pensez-vous que vous avez trop de comprimés à prendre ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Girerd X. et al. Évaluation de l'observance par l'interrogatoire au cours du suivi des hypertendus dans des consultations spécialisées - Arch Mal Cœur Vaiss. 2001 Aug ; 94 (8) : 839-42*

### Comment évaluer le niveau d'observance de votre patient ?

Votre patient répond par oui ou par non à chacune de ces 6 questions.

- **Si votre patient répond non à toutes les questions,**  
il est considéré comme un bon observant.
- **Si votre patient répond oui une ou deux fois,**  
il est considéré comme non observant mineur.
- **Si votre patient répond oui trois fois ou plus,**  
il est considéré comme non observant.

Ce questionnaire est également disponible sur [www.ameli.fr](http://www.ameli.fr)  
espace Professionnels de santé>Médecins, rubrique Exercer au  
quotidien>Prescriptions>La prescription de médicaments.



# PARTIE II : MINI-PROJETS

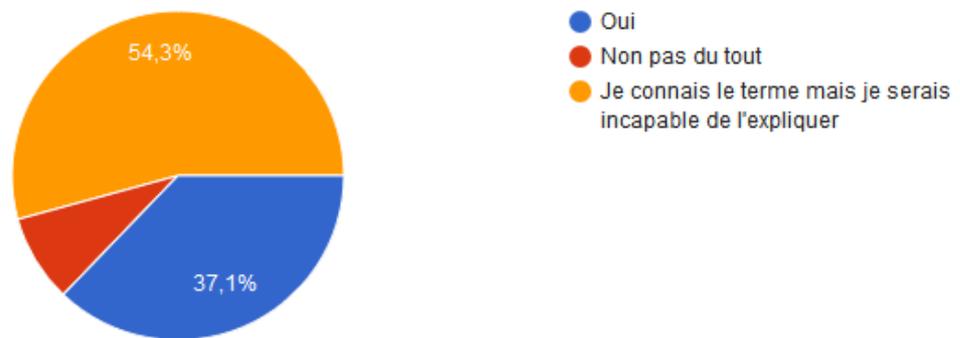
## Mini-projet n°1 : Prévention

### Campagnes de sensibilisation dans les lycées

Résultats du sondage évaluant la réceptivité des lycéens à la prévention de l'hypertension artérielle

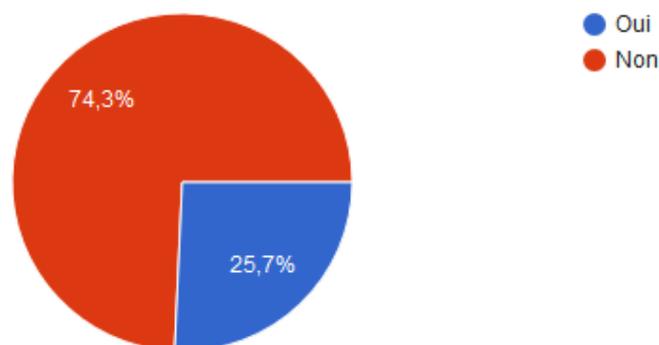
Savez-vous expliquer l'hypertension artérielle brièvement ?

35 réponses



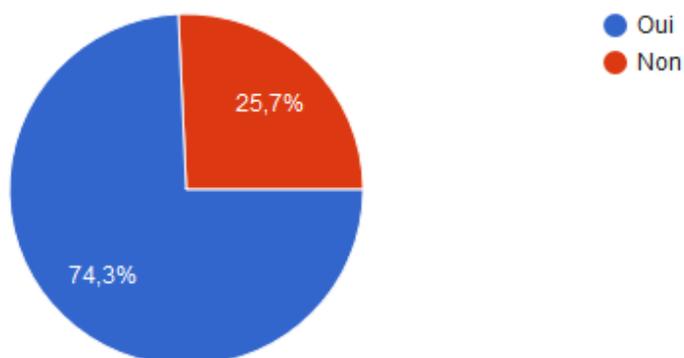
Avez vous été informé/sensibilisé concernant l'hypertension artérielle ?

35 réponses



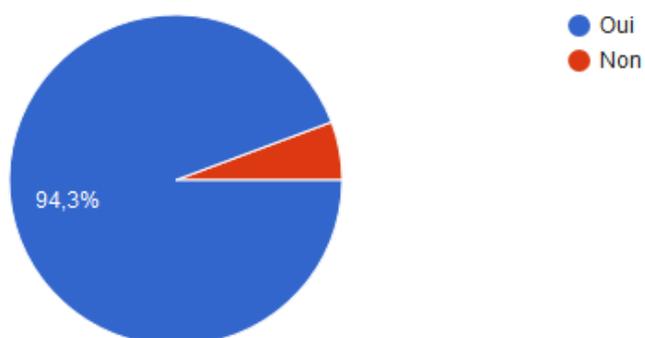
**Au premier abord, souhaiteriez-vous être sensibilisé à l'hypertension artérielle ?**

35 réponses



**L'hypertension artérielle a des conséquences plus mortelles que le tabagisme, et elle est plus répandue que le diabète et le cancer. Sachant désormais cela, souhaiteriez-vous être sensibilisé à l'hypertension artérielle ?**

35 réponses



# COMMENT SENSIBILISER À L'HYPERTENSION ARTÉRIELLE



## HYPERTENSION ARTERIELLE ET PRESSION ARTERIELLE

- Maladie aux conséquences plus mortelles que le tabagisme
- Maladie chronique (présente à vie, que l'on traite mais ne guérit pas)
- Maladie très fréquente à partir de l'âge adulte : 1/3 adultes en France, parmi les parents et grands parents des élèves
- caractérisée par des valeurs de Pression Artérielle trop élevées. La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur les artères lors de sa circulation. Elle se mesure avec 2 valeurs, appelées PAS et PAD, grâce à un tensiomètre au bras.
- Hypertension Artérielle définie par : PAD et/ou PAS supérieures à 90 et 140 mmHg respectivement.
- Réaliser une mesure sur un élève pour rendre parlante et perceptible la pression artérielle qu'ils ne peuvent percevoir

## CONSÉQUENCES DE L'HTA

- Obstruction totale de l'artère : infarctus
- Perforation de l'artère, appelée hémorragie (si artères liées au cœur touchées : infarctus, si artères liées au cerveau touchées : AVC)
- Insuffisance cardiaque
- Démences (troubles cognitifs, de la mémoire...)
- Toutes ces conséquences dont les élèves entendent très fréquemment parler, que leurs grands parents redoutent car les placent dans état de dépendance sont en grande partie à attribuer à l'HTA : il faut traiter l'HTA



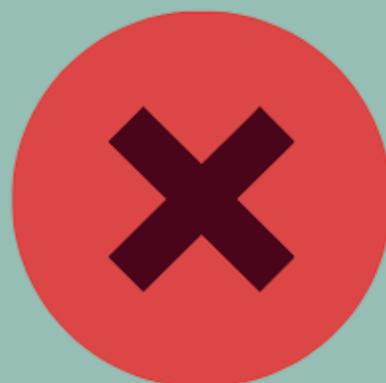


## FACE À DE TELLES CONSÉQUENCES, QUELS TRAITEMENTS ?

- Traitement non médicamenteux : bonne hygiène de vie (activité physique, réduction consommation sel, alimentation équilibrée...) qu'ils sont en mesure d'adopter dès maintenant
- Traitement médicamenteux : médicaments appelés anti-hypertenseurs
- Traitement "classique" et pourtant ½ des hypertendus n'est pas dépisté et parmi les dépistés, ½ n'est pas traité ou a arrêté son traitement

## MAIS ALORS, POURQUOI EST-CE MAL DÉPISTÉ ET TRAITÉ ?

- Réaliser un sondage parmi les élèves : saviez vous que les conséquences de l'HTA sont plus mortelles que tabagisme ? Exploiter les résultats pour démontrer le manque d'information, d'où l'absence de dépistage
- Maladie silencieuse : on ne la perçoit pas, on n'a pas de symptôme : on ne se sent pas malade donc on ne va pas se faire dépister
- Maladie chronique : quand bien même on est dépisté et traité, prendre l'exemple de leurs parents : ils ont déjà bcp choses à gérer et ont tendance à faire passer leur traitement au second plan.



## ON A BESOIN DES ÉLÈVES !



L'HTA est à l'origine de nombreuses complications rendant très dépendants (AVC, infarctus, troubles mémoire) : pour les combattre, il faut combattre l'HTA par le dépistage et un bon suivi du traitement

Les élèves ont un rôle déterminant à jouer pour combattre l'HTA :

- Prévenir la survenue de l'HTA chez eux-même en adoptant dès maintenant une bonne hygiène de vie.
- Sensibiliser leurs parents, qui sont à l'âge déterminant pour se faire dépister
- Encourager leurs parents à prendre leur traitement, s'ils ont été diagnostiqués hypertendus.

Leur recommander des outils d'aide au suivi (liens d'information, site de suivi faisant appel aux proches du patient)

## Prévention en pharmacie

# Dossier de présentation à l'attention de l'ARS et de l'Ordre Régional des Pharmaciens

### **Introduction**

L'HyperTension Artérielle (HTA) est désormais un enjeu de santé publique : l'HTA est directement liée à 13% des décès annuels dans le monde.

En France, un adulte sur trois est atteint d'HTA, devenant ainsi la maladie chronique la plus fréquente. Un chiffre considérable lorsque l'on sait qu'un sujet sur deux ne sait pas qu'il est malade.

L'HTA étant silencieuse, sans symptôme apparent, il est nécessaire non seulement de la dépister mais aussi de sensibiliser l'ensemble de la population à cette maladie souvent sous-diagnostiquée. C'est pourquoi il nous paraît pertinent de développer un programme de dépistage et de sensibilisation qui touchera la majorité de la population française.

Le dossier qui suit présente le contenu du programme, des indications quant à sa mise en place, un argument pour convaincre de sa mise en place ainsi que des annexes pour fournir un ensemble d'intervention clé en main.

### **Pourquoi ce programme ?**

Ce programme vise à mieux dépister l'HTA mais aussi à faire prendre conscience des conséquences graves engendrées par cette maladie. Le but à long terme est que l'ensemble de la population y soit sensibilisée. Les bénéfices tirés de ce programme seront ainsi multiples.

L'HTA est de plus en plus préoccupante en France. En effet, contrairement aux autres pays à revenus élevé où la prévalence de l'HTA diminue, Santé Publique France a constaté que la maladie n'était ni mieux détectée ni mieux soignée. C'est pourquoi il est urgent d'agir à la fois dans le milieu médical mais aussi et surtout auprès de la population, qu'il faut informer et éduquer.

Atteindre l'ensemble des Français, et pas seulement les personnes étant déjà suivies pour d'autres pathologies, comme le diabète ou une insuffisance rénale chronique, est primordial. Le programme de

dépistage et sensibilisation s'effectuera dans les officines, permettant ainsi d'atteindre 98% des Français (d'après une étude Ifop de 2014). De plus, le maillage territorial des officines permet aux pharmaciens d'être au contact de personnes parfois en situation de vulnérabilité ou ne consultant ponctuellement leur médecin que pour des problèmes aigus.

### **Objectif**

L'objectif de ce programme est d'optimiser le diagnostic précoce d'une possible hypertension dans le cadre d'une coopération avec les pharmaciens d'officine, tout en assurant une sensibilisation de la population aux éléments clés de l'HTA.

### **Contenu du programme**

Ce programme s'effectuera dans les officines. Le but est d'attirer l'attention des Français sur l'HTA pour que la mesure de tension devienne un "automatisme" (une fois par an à partir de 40 ans), au regard des conséquences graves que peut avoir cette maladie.

Le programme consiste à mettre en exposition et à disposition des patients entrant dans l'officine un tensiomètre poignet. Ils pourront alors effectuer une prise de mesure de leur tension. Ce tensiomètre sera accompagné d'une affiche (voir exemple joint en annexe) expliquant comment prendre sa mesure, précisant les bons chiffres de tension et présentant les risques engendrés par l'HTA (le contenu de cette affiche étant évidemment validé par des experts de l'HTA).

Une fois la mesure faite, si les chiffres de pression artérielle obtenus ne sont pas satisfaisants, le patient sera fortement incité à en parler à son pharmacien, qui réalisera une deuxième mesure, pour vérifier le premier diagnostic. Celui-ci lui présentera alors ce qu'est l'HTA en abordant les points mentionnés dans la fiche jointe en annexe, validés de la même façon par des experts de l'HTA). Il indiquera également au patient dépisté de prendre rendez-vous avec son médecin traitant.

### **Moyens nécessaire au déploiement du dispositif**

Nous avons réalisé un sondage auprès de 12 officines à Paris et 9 officines dans l'Eure et toute à l'exception d'une étaient prêtes à s'engager dans le programme (sachant qu'aucune rémunération n'est prévue). Sur les pharmacies favorables à la mise en place de ce programme, toutes nous ont expliqué que le dépistage de l'HTA et la sensibilisation des patients faisait partie de leur métier. Certaines

effectuent d'ailleurs déjà des dépistages ou des contrôles de tension mais seulement auprès des patients qui leur demandent. Cette tendance a d'ailleurs été confirmée et soulignée par Jean-Christophe Larant, siégeant au Conseil de l'Ordre National des Pharmaciens en section A (pharmaciens titulaires d'officine).

Sur le plan matériel, ce dispositif suppose que l'ensemble des pharmaciens s'équipe par eux-même d'un tensiomètre poignet, ce qui ne pose aucun problème d'investissement pour ce corps médical d'après M. Larant. En effet, les officines vendent actuellement plusieurs types de tensiomètres et le prix que payent les pharmaciens pour ce genre d'appareil est compris entre 25 et 35€, qu'ils garderont en moyenne 4-5 ans.

La création et la fabrication des affiches a également un coût, variable selon l'échelle de déploiement. Dans le cas d'une campagne sur toute l'Ile-de-France, il faudra fournir l'ensemble des officines soit environ 3800, ce qui représente un coût de 2000€ (voir le devis joint en annexe) d'après l'agence de communication interrogée. Ce coût pourra être pris en charge par les économies réalisées (voir modèle économique) ou par l'Agence Régionale de Santé si elle met les fonds nécessaires à disposition.

### **Mise en place**

Nous faisons appel à l'ARS d'Ile-de-France ainsi qu'à l'Ordre Régional des Pharmaciens d'Ile-de-France pour que, par leur action commune, le dispositif de dépistage et de sensibilisation de la population à l'HTA soit mis en place dans les officines d'Ile-de-France.

En effet, l'ARS, dans le cadre de la stratégie nationale de santé 2018-2022, peut faire de ce programme un projet régional de santé, l'incluant alors au sein de sa politique de prévention territoriale et permettant un déploiement efficace du dispositif. L'implémentation du programme passera aussi par l'Ordre Régional des Pharmaciens, autorité dans auprès des officines et donnant au projet plus de poids vis-à-vis de chaque pharmacien.

### **Mise en perspective**

Ce programme de dépistage et sensibilisation à l'HTA pourra dans un premier temps être mis en place dans un nombre restreint de pharmacies, pour vérifier son efficacité et son impact auprès de la population concernée, avant de le déployer à l'échelle de la région. Cela pourra s'effectuer par le biais d'un sondage (voir sondage joint).

De plus, d'après M. Larant, cela permettrait aux pharmaciens d'élargir leur domaine d'action et leurs compétences, leur donnant une meilleure reconnaissance, comme cela a été le cas avec la possibilité de se faire vacciner par son pharmacien.

## Contenu de l'affiche

Comment prendre sa tension ?

1. Mettez le tensiomètre sur votre poignet, écran face à vous, sur la face interne du bras
2. Placez votre main sur votre épaule opposée pour que le tensiomètre soit au niveau de votre coeur
3. Restez assis et au repos, détendez-vous et ne parlez pas
4. Déclenchez le tensiomètre en appuyant sur "Start"
5. Relevez les chiffres SYS (chiffre haut) et DIA (chiffre bas)

Les chiffres de tension

SYS/DIA < 135/85 mmHg : vos mesures sont satisfaisantes, reprenez votre tension dans 6 mois voire 1 an

SYS  $\geq$  135 mmHg et/ou DIA  $\geq$  85 mmHg : vos chiffres ne sont pas satisfaisants, parlez-en à votre pharmacien et votre médecin, vous êtes potentiellement hypertendu.e

L'Hypertension Artérielle : un tueur silencieux aux conséquences majeures

Si elle n'est pas traitée, l'HTA peut avoir des complications graves :

- AVC
- infarctus du myocarde, angine de poitrine
- insuffisance rénale chronique
- atteintes visuelles
- démences (troubles de la mémoire...)

Ci-dessous, un exemple de ce à quoi ressemblera l'affiche en question :

# L'HYPERTENSION ARTÉRIELLE UNE MALADIE SILENCIEUSE

## COMMENT MESURER SA TENSION ?



1. Mettez le tensiomètre sur votre poignet, écran face à vous, sur la face interne du bras



2. Placez votre main sur votre épaule opposée pour que le tensiomètre soit au niveau de votre cœur



3. Restez assis et au repos, détendez-vous et ne parlez pas



4. Déclenchez le tensiomètre en appuyant sur "Start"



5. Relevez les chiffres SYS (chiffre haut) et DIA (chiffre bas)

## LES CHIFFRES DE TENSION

SYS/DIA < **135/85** mmHg

vos mesures sont satisfaisantes, reprenez votre tension dans un an

SYS  $\geq$  **135** mmHg et/ou  
DIA  $\geq$  **85** mmHg

vos chiffres ne sont pas satisfaisants, **parlez-en à votre pharmacien et votre médecin**, vous êtes potentiellement hypertendu.e

## L'HTA : UN TUEUR SILENCIEUX AUX CONSÉQUENCES MAJEURES

Si elle n'est pas traitée, l'HTA peut avoir des **complications graves**

- AVC
- infarctus du myocarde, angine de poitrine
- insuffisance rénale chronique
- atteintes visuelles
- démence (troubles de la mémoire...)



Vérifiez votre tension  
**tous 6 mois voire tous les ans**

Prenez soin de votre cœur en pratiquant une **activité sportive régulière** et en **mangeant plus sainement**



**PRENEZ VOTRE TENSION EN MAIN !**

87 boulevard Gabriel Péri  
92240 MALAKOFF

contact@shane.fr

01 46 62 08 44 - Du lundi au vendredi de 9H00 à 19H00

DESCRIPTION DES PRESTATIONS	TARIF UNITAIRE	QTÉ	%	TOTAL HT
<b>CRÉATION AFFICHE</b>  - Audit de votre activité - Recherche graphique - Accompagnement et conseils pour votre contenu rédactionnel - Design et typographie et illustration - Recherche et achat de photos libres de droits - <b>3/4 Propositions de design</b> - Modifications illimitées du design - Ajustements et corrections  <b>HONORAIRE</b> Tarif : 490 € HT / jour Production : 1,5 jours  <b>PLANNING DE PRODUCTION</b> - 4/6 jours ouvrés après validation du devis  <b>LIVRAISON</b> - Livraison via téléchargement - Fichiers : PDF et JPG - Accompagnement pour l'impression	735,00 € HT	1	-	735,00 € HT
<b>IMPRESSION D'AFFICHE</b>  Format : A3 soit 297x420 mm Quantité : 4 000 ex Papier : 170g couché demi-mat Impression : QUADRI R° Finition : Aucune  Délais J+5 après validation de votre fichier <b>LIVRAISON GRATUITE</b>	931,89 € HT	1	-	931,89 € HT
<b>1 666,89 € HT + 333,38 € HT (TVA 20%) = 2 000,27 € TTC</b>				<b>TOTAL : 2 000,27 EUR TTC</b>

Devis pour la création de ces affiches ainsi que l'impression par une agence de communication

Lors de l'émission de votre virement, merci de mentionner en objet le numéro du devis ou de la facture.

BANQUE	CODE GUICHET	NUMÉRO DE COMPTE	CLÉ RIB	DOMICILIATION
12879	00001	10119903001	27	DELUBAC

RELEVÉ D'INFORMATION BANCAIRE  
IBAN : FR 76 128 790 000 110 119 903 001 27  
BIC : DELUFR22XXX

## Rapport à l'intention des pharmaciens d'officine

Ce rapport présente les points clés que le pharmacien devra obligatoirement évoquer lorsqu'un patient lui demandera plus de d'informations sur sa prise de mesure de pression artérielle.

Une fois la prise de mesure réalisée par le patient dans la pharmacie, s'il en ressent le besoin ou si ses chiffres ne sont pas satisfaisants, le patient devra en parler à son pharmacien. Dans le cas où les chiffres sont élevés, le pharmacien devra effectuer une nouvelle mesure de la pression artérielle pour vérifier le diagnostic établi par l'automesure.

Le pharmacien devra évoquer les points suivants :

- Définition de l'HTA : augmentation anormale de la pression du sang sur la paroi des artères. Dans la majorité des cas, aucune cause connue n'explique son apparition, mais elle est favorisée par des facteurs de risque. Il devra insister sur le fait que l'HTA est une maladie chronique et silencieuse.
- Facteurs de risque :
  - l'hygiène de vie comporte des éléments susceptibles de faire augmenter la valeur de la tension artérielle :
    - une alimentation riche en sel, et pauvre en fruits et légumes
    - une consommation trop importante d'alcool
    - une activité physique insuffisante
    - un surpoids ou une obésité
    - le tabac
    - un taux élevé de mauvais cholestérol et un taux faible de bon cholestérol.
    - une vie stressante.
  - l'âge : le risque d'HTA augmente avec l'âge et atteint 40 % des personnes à 65 ans et 90 % à 85 ans.
  - le sexe et l'origine ethnique
  - les antécédents familiaux : le risque est plus élevé si des membres de la famille du patient ont eu ou ont une HTA
- Complications :
  - AVC
  - infarctus du myocarde, angine de poitrine
  - insuffisance rénale chronique
  - perte de la vue

- Démences (troubles de la mémoire...)
- Traitement
  - Mode de vie : mise en place de mesures hygiéno-diététiques
    - régulariser son poids en cas de surpoids
    - mieux équilibrer son régime alimentaire et limiter sa consommation de sel
    - augmenter ses dépenses physiques et pratiquer une activité physique régulière et adaptée à sa condition physique. Par exemple, un exercice physique modéré et régulier
    - arrêter sa consommation de tabac
    - limiter sa consommation d'alcool à moins de 3 verres par jour chez l'homme et 2 chez la femme
  - Médicaments : après consultation chez son médecin traitant si les mesures hygiéno-diététiques n'ont pas permis d'abaisser la tension

Une fois tous ces points évoqués, il devra orienter le patient vers son médecin traitant.

Si le patient souhaite avoir plus d'information, le pharmacien pourra s'appuyer sur les recommandations de la Société Française d'hypertension artérielle "Les entretiens pharmaceutiques dans l'hypertension artérielle à l'officine".

## Sondage pour évaluer l'efficacité du dispositif auprès des patients

1. Avez-vous prêté attention au dispositif de sensibilisation et diagnostic de l'HTA présent dans votre pharmacie ?
2. Si oui, en avez-vous bénéficié ?
3. Souvenez-vous de vos chiffres de tension ?
4. Si oui, sont-ils satisfaisants ?
5. Si non, en avez-vous parlé à votre pharmacien ?
6. Que vous a-t-il dit ?
7. Ce dispositif vous a-t-il fait prendre conscience de l'importance de mesurer sa tension régulièrement ?

# Mini-projet n°2 : Site internet

## Modélisation informatique des revenus du site

Le premier programme modélise les revenus mensuel du site en fonction du nombre d'utilisateurs. Il prend en compte la maintenance et l'hébergement (1800€/mois source : entretien avec l'ancien PDG de 6tzen, entreprise qui propose un service public dématérialisé). Le revenu par utilisateur a été calculé de la manière suivante. Partant du principe qu'un partenariat avec une entreprise telle Withings est possible, si un utilisateur sur le site décide de cliquer sur la pub et acheter un objet, il sera redirigé sur la fenêtre d'achat avec un lien qui prend en compte le fait qu'il vient de notre site. Ceci permet au site de toucher entre 5% et 10% de l'article acheté par le patient qui en moyenne, d'après les prix est de 150€. Ceci donne donc entre 7,5€ et 15€ par achat d'utilisateur. On estime que par mois, 1% des utilisateurs du site achèteraient un objet Withings (Chiffre basé sur des partenariats entre site déjà existants). Ceci ramène, par utilisateur, un revenu de 0.075 à 0.15 € soit en moyenne 10 centimes par utilisateurs.

On écrit alors le programme suivant

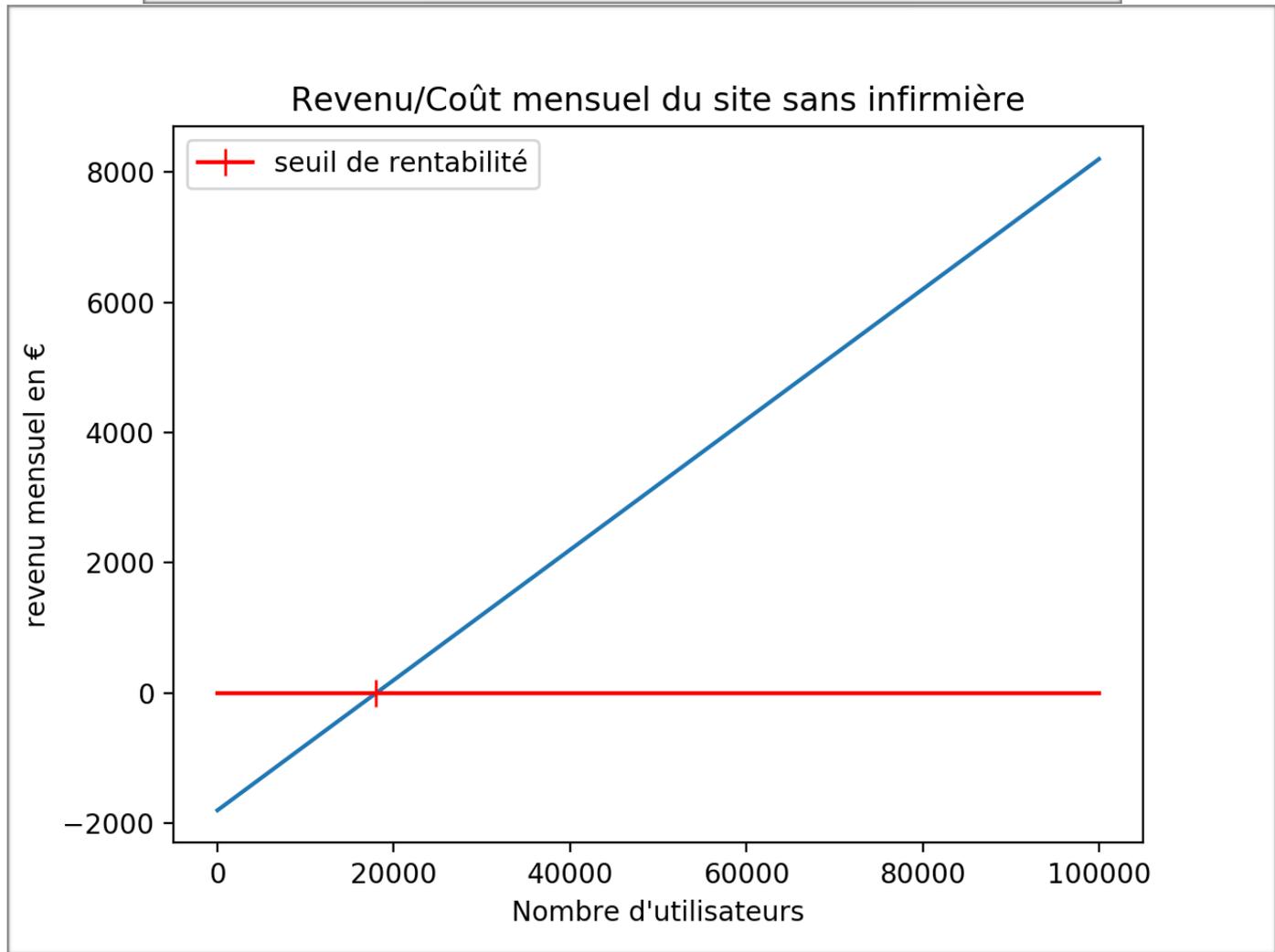
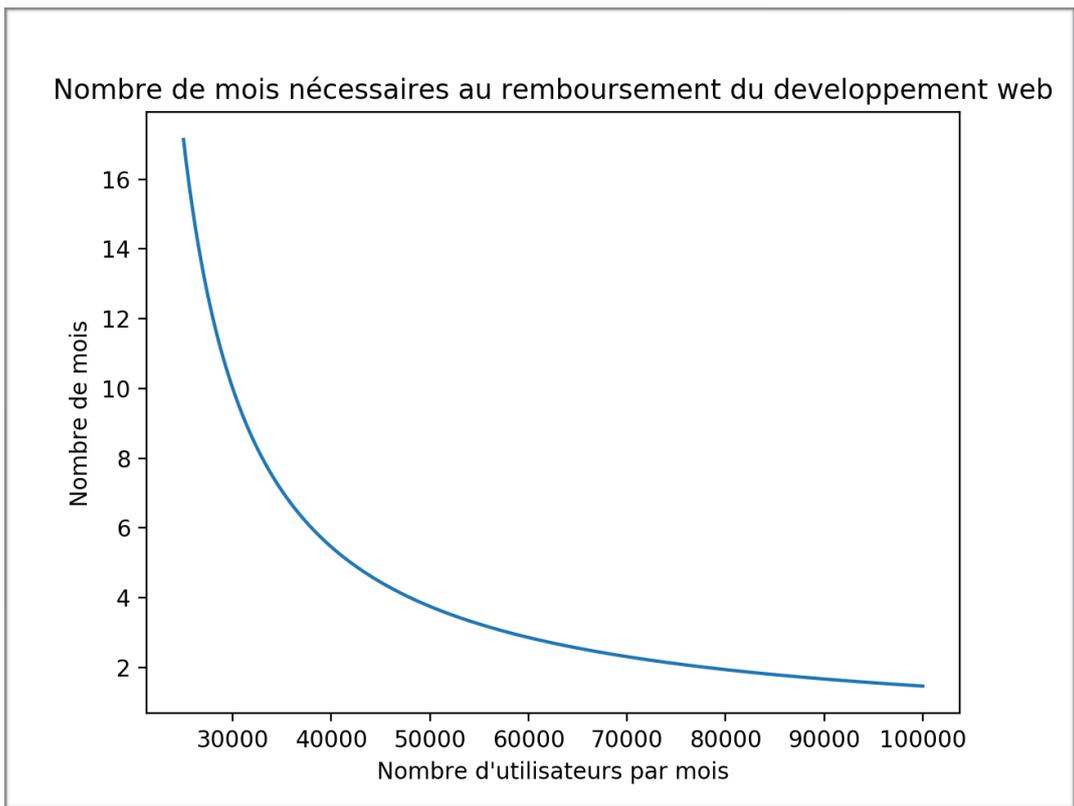
```
from math import *
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy import misc

def b(n): #La fonction b correspond au revenu perçu par mois (10 centimes par utilisateurs par mois)
moins la coût mensuel de maintenanc et d'hébergement
    return n*0.1-1800

T=np.linspace(0,100000,1000)
plt.plot([ i for i in T],[b(i) for i in T])
plt.plot(resol.bisect(b,0,100000),0,label="seuil de rentabilité",marker='+',markersize=10,color='red')
plt.plot(T,[0]*1000,color='red')
plt.title('Revenu/Coût mensuel du site sans infirmière')
plt.xlabel("Nombre d'utilisateurs")
plt.ylabel('revenu mensuel en €')
plt.legend()

plt.show()
```

Celui-ci permet d'obtenir les courbes suivantes :



On constate donc que pour 18000 utilisateurs, le site est rentable.

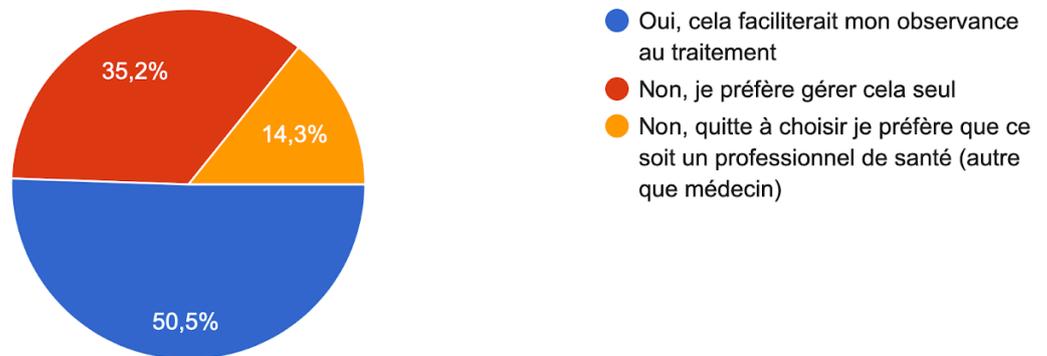
Ceci permet surtout d'introduire le second programme qui permet de connaître le nombre de mois nécessaires pour rembourser entièrement les frais de développement (environ 12000€) en fonction du nombre d'utilisateurs par mois.

On constate donc que pour un nombre raisonnable d'utilisateurs, le site sera pleinement remboursé en moins de 6 mois (pour 40 000 utilisateurs).

## Résultats du sondage

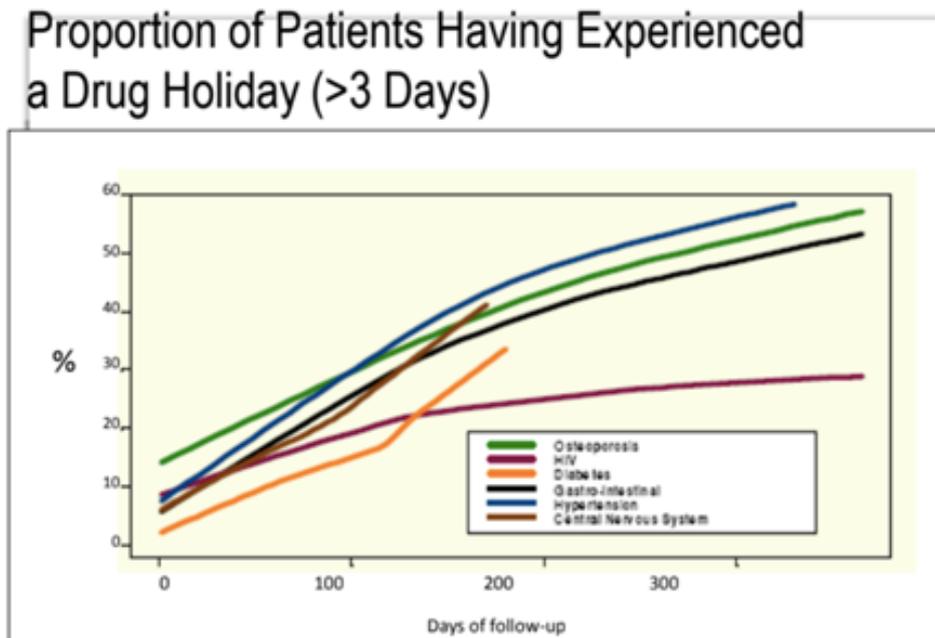
Si vous deviez prendre un traitement à vie, souhaiteriez-vous qu'un proche vous soutienne?

182 réponses



## Annexe Statistiques

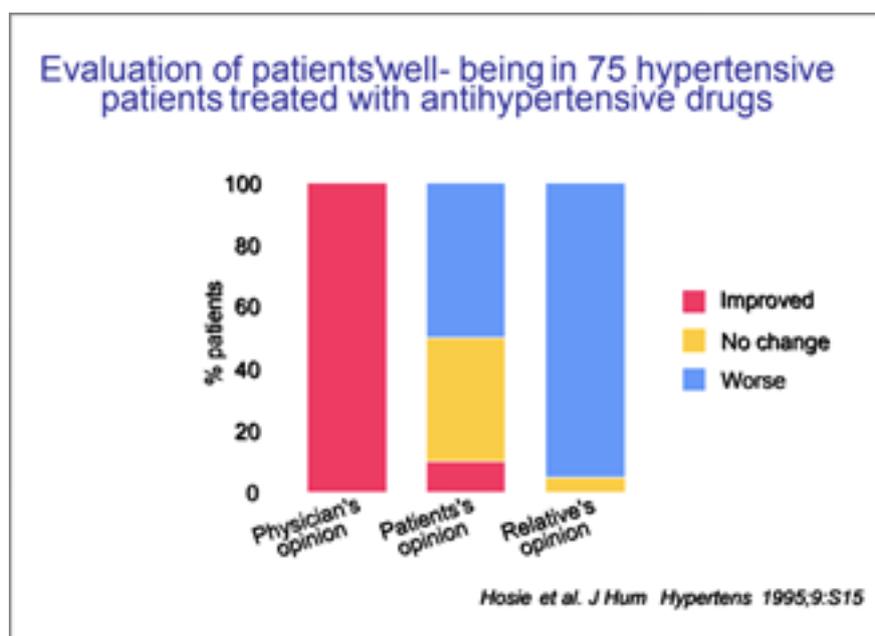
### GRAPHIQUE 1



source: Vrijens, B., Pharmionics, Abstract

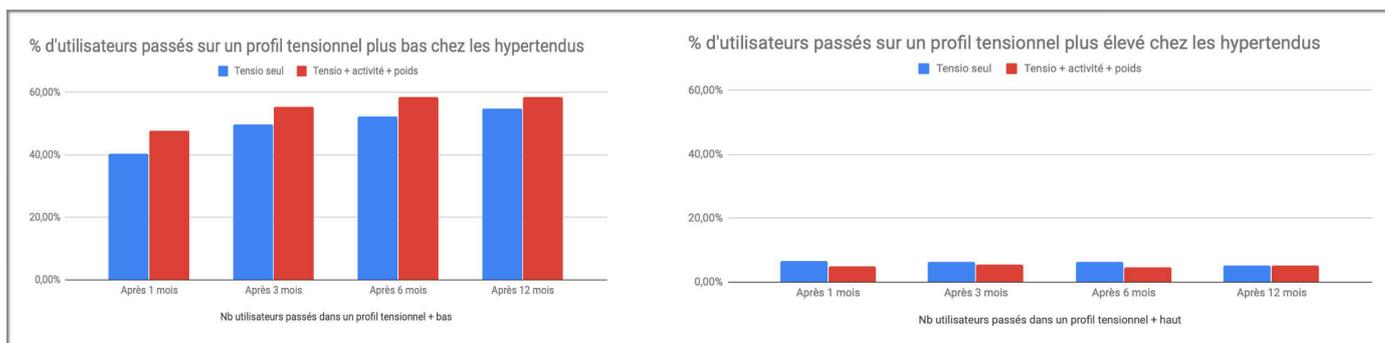
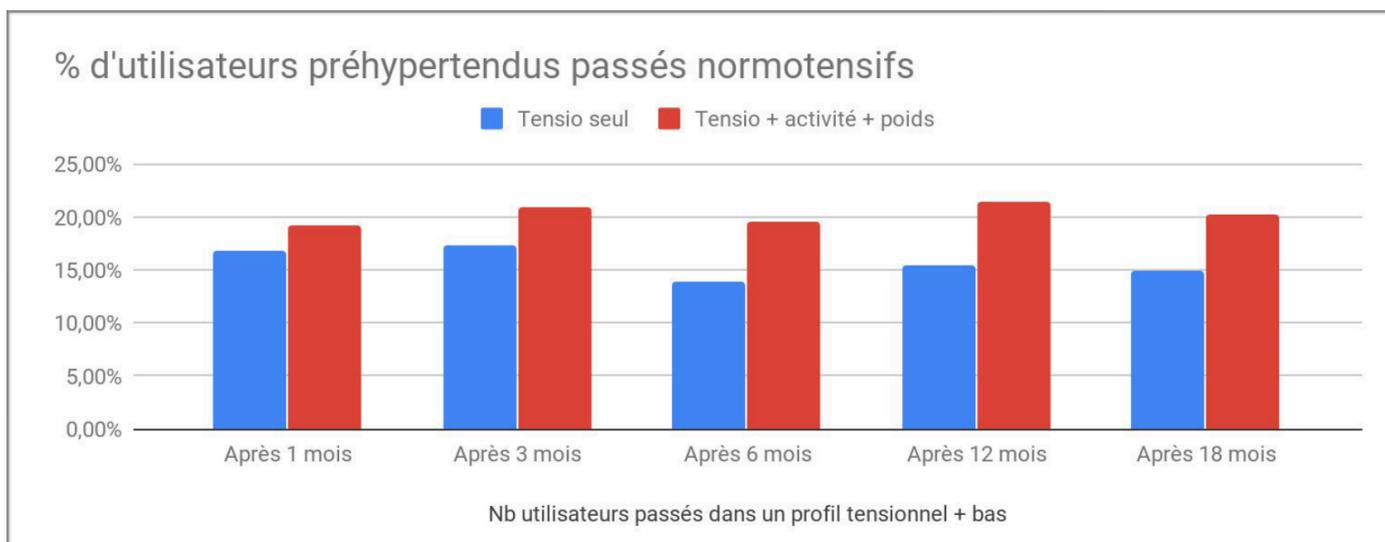
Les hypertendus sont représentés par la courbe bleue

### GRAPHIQUE 2



source: Hosie *et al*, Managing hypertension in general practice: can we do better?(1995), Journal of Human Hypertension, 9, 15

### GRAPHIQUE 3

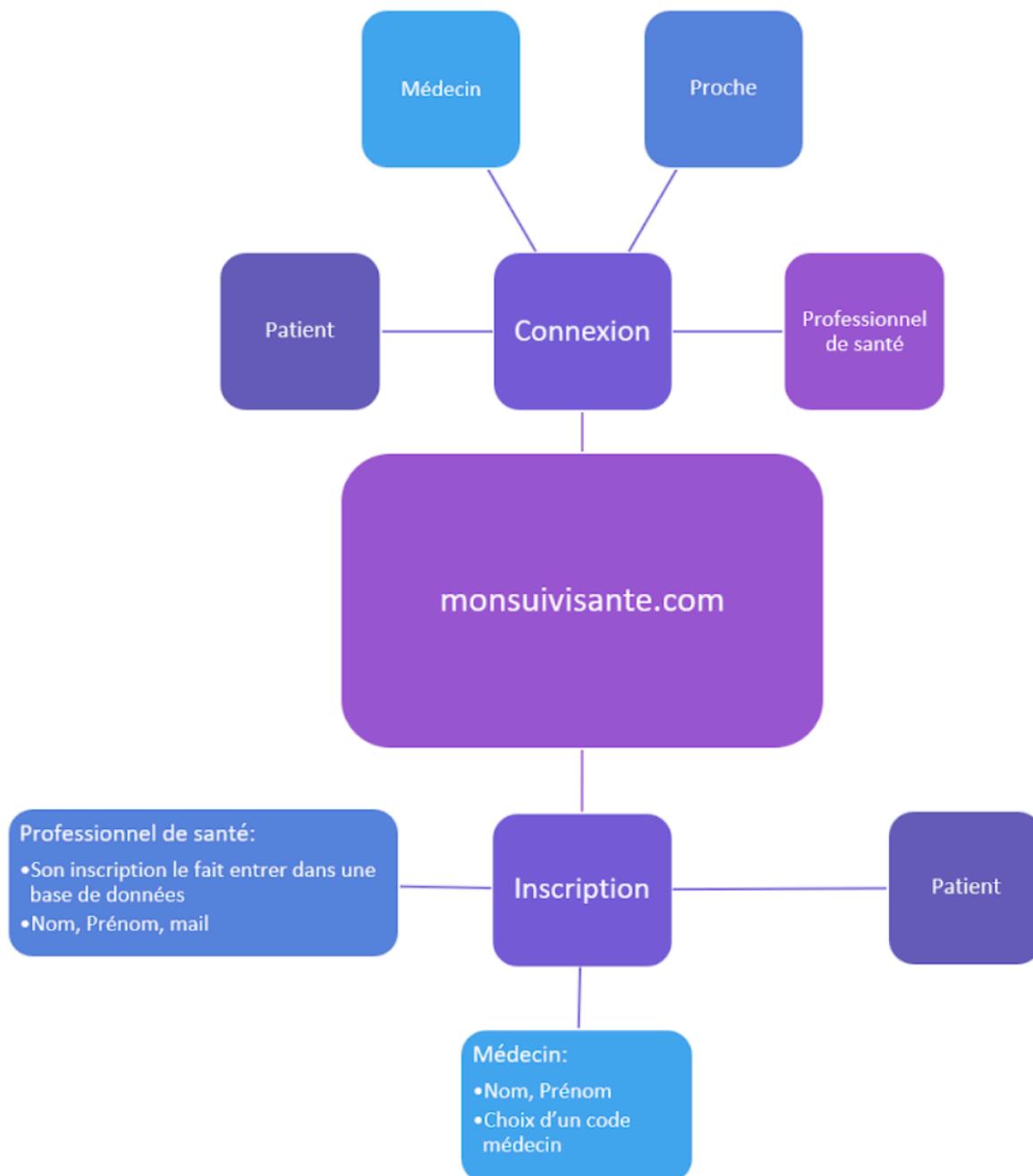


Source : étude réalisée par Withings (présentée pendant la conférence de Vincent Vercamer)

Les courbes bleues représentent les patients équipés uniquement du tensiomètre connecté. Les courbes rouges représentent les patients équipés du même tensiomètre mais aussi d'une montre connectée leur permettant de mesurer leur pouls et leur activité physique dans la journée.

# Fonctionnement du site

## Page d'accueil



## Inscription du patient

Renseignement du nom, prénom, adresse mail du patient par le médecin, ainsi que de son code médecin lors de la prescription du premier traitement



Mail automatique envoyé au patient pour qu'il complète son inscription



Le patient choisit s'il préfère être suivi par un proche ou un professionnel de santé

Renseignement par le patient des coordonnées du proche (nom, prénom, mail)  
choisi

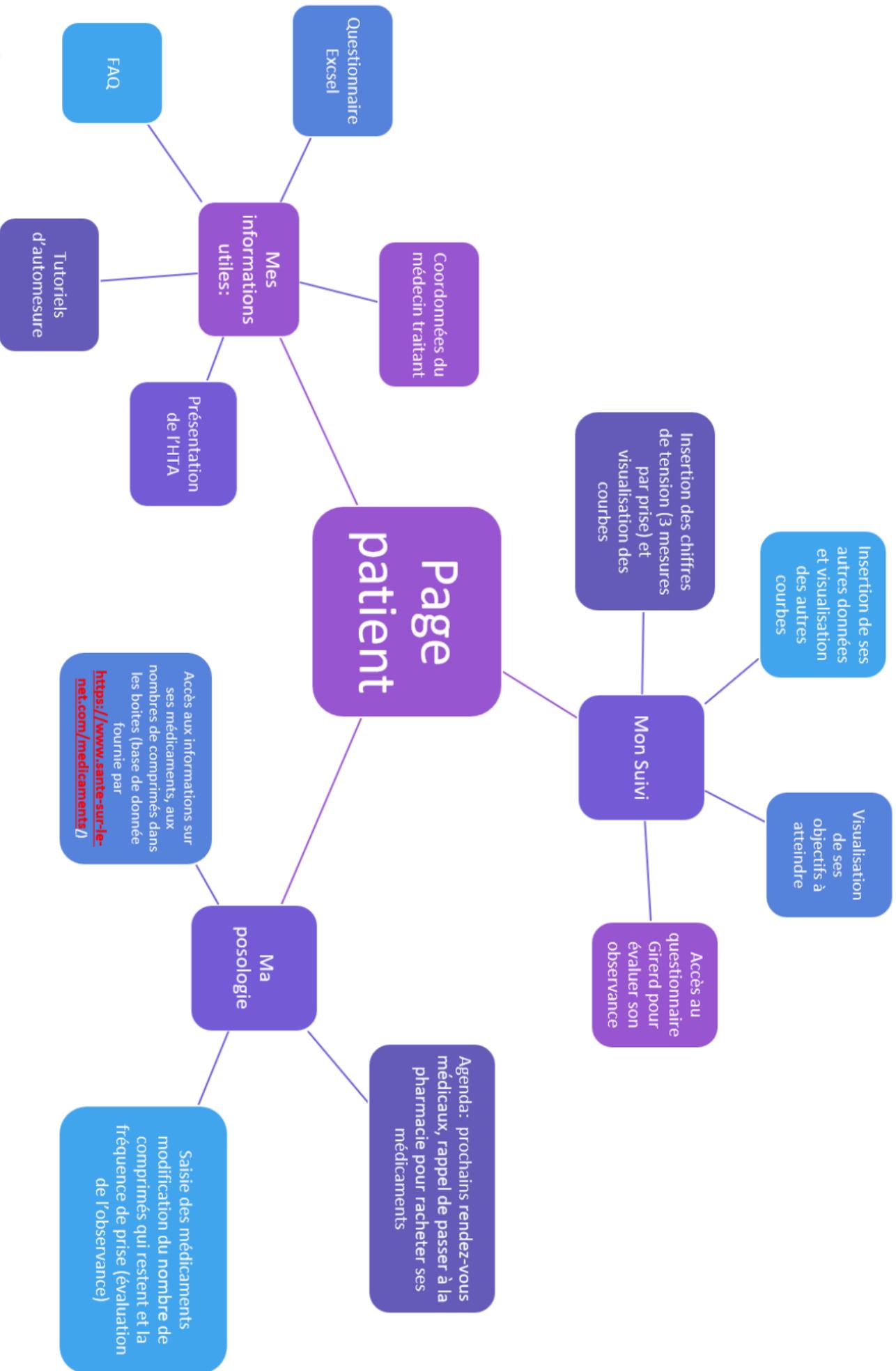
Ou

Attribution au patient d'un professionnel de santé de la base de données.

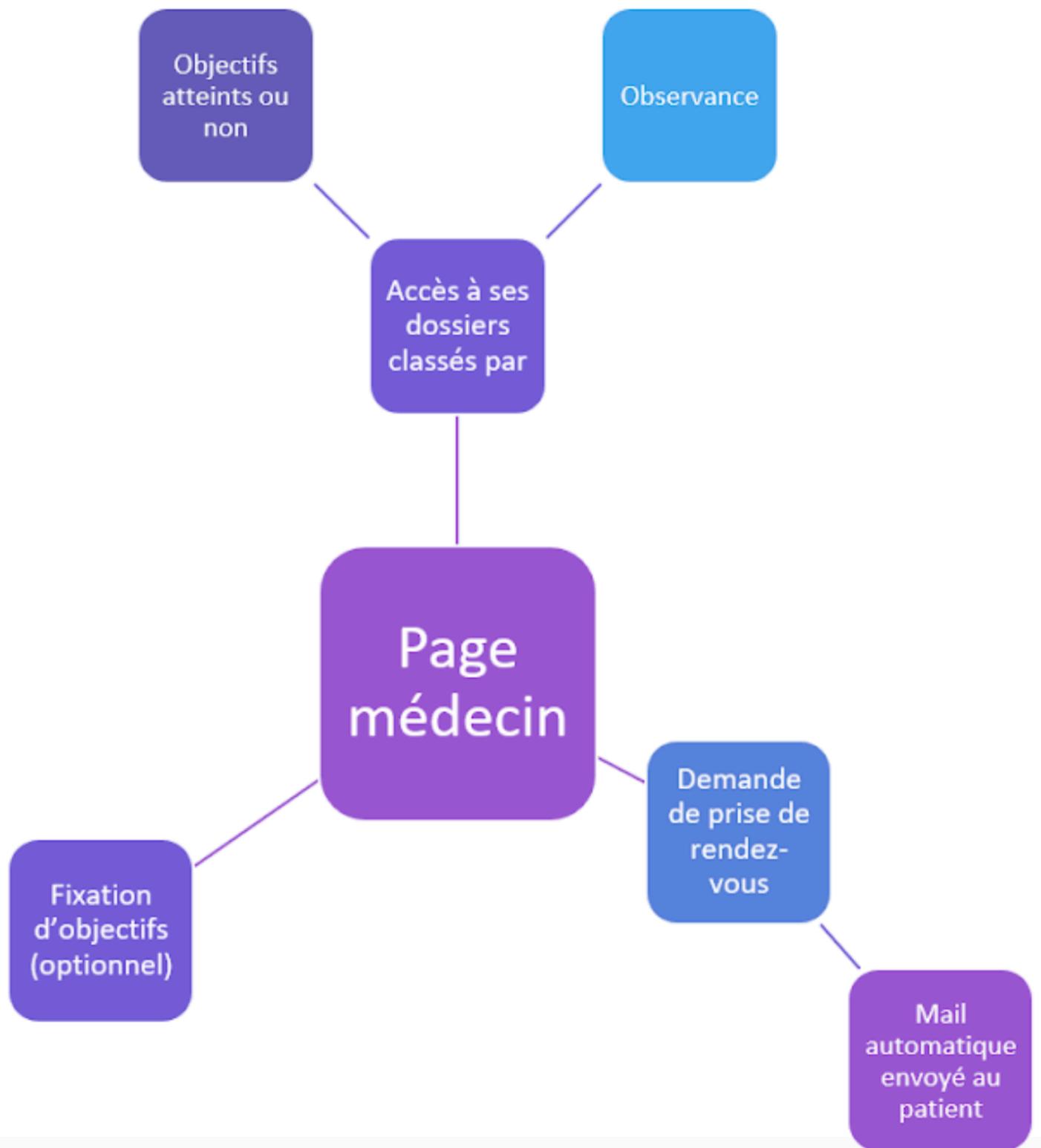


Choix par le patient des données suivies: tension (obligatoire), poids, activité sportive, glycémie (perspectives d'élargissement à d'autres maladies chroniques)

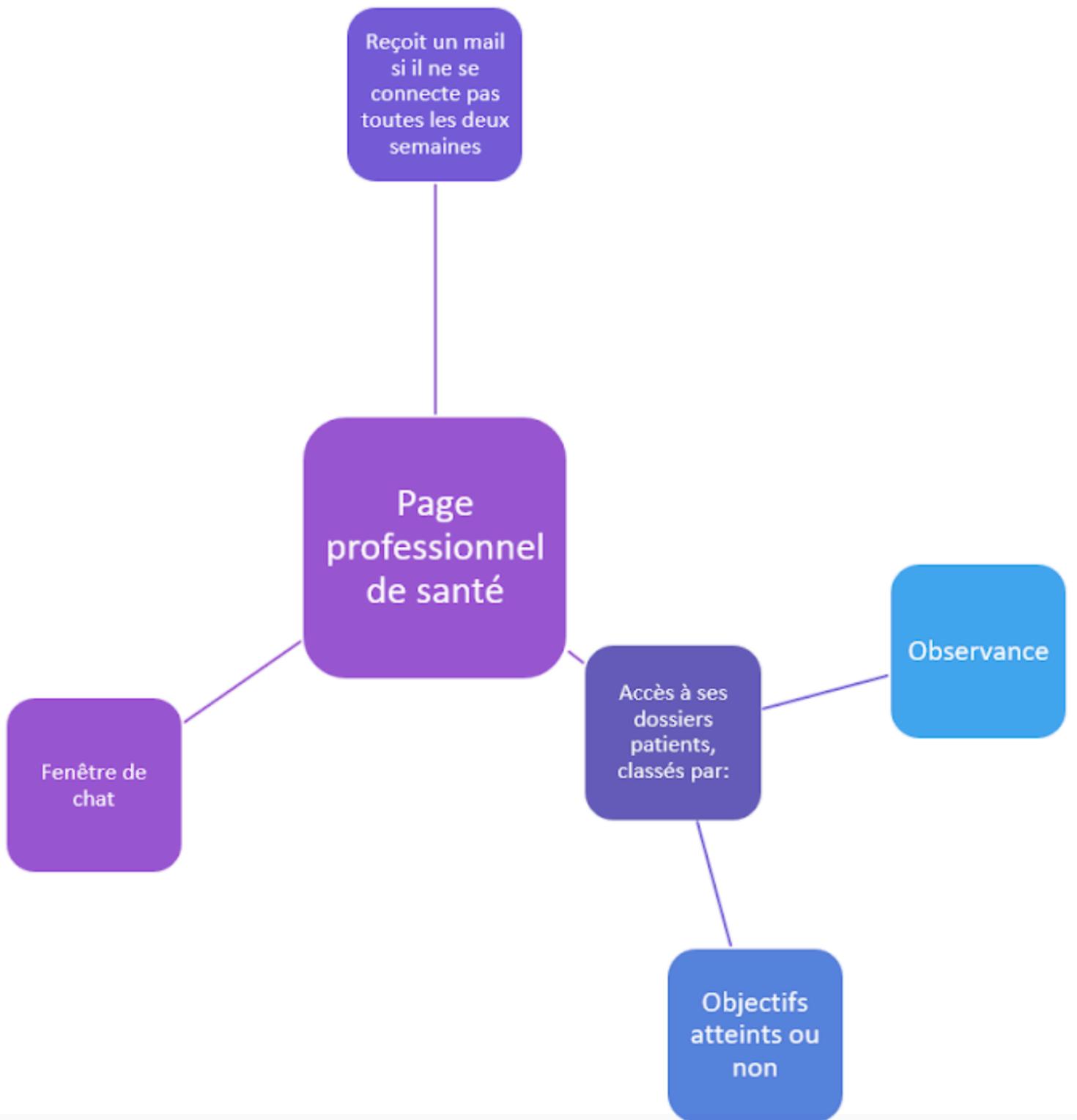
## Fonctionnalités disponibles pour le patient



Fonctionnalités accessibles par le médecin



Fonctionnalités accessibles par le professionnel de santé (infirmier)



## Fonctionnalités accessibles par le proche



## Exemples de mails automatiques

- Au proche en cas d'absence prolongée du patient sur le site :

“Bonjour [prénom], nous n'avons pas vu [le patient] depuis longtemps... Pourriez-vous lui dire qu'il nous manque ?

Merci !”

- Au patient en cas de demande de RDV par le médecin :

“Bonjour [prénom], votre médecin souhaiterait prendre rendez-vous avec vous. Pourriez-vous l'appeler au [numéro du médecin] ?

Merci !”

## Calcul du nombre de patients potentiels

Listons les différents critères de notre population-cible

Nous avons choisi de cibler essentiellement les personnes récemment dépistées, afin qu'elles soient encore motivées dans leur prise de traitement, celles qui ont le plus de risques d'arrêter leur traitement, "Nonpersistence is one of the most common cause of poor adherence in hypertension with 50% of patients having stopped their treatment at 1 year.<sup>5</sup> It is particularly prevalent among newly treated hypertensive patients,<sup>23,24</sup> and the risk of discontinuation seems to be higher among patients aged <40 years.", et les personnes capables d'utiliser un site Internet de manière autonome, ce qui nous permet de restreindre notre population à celle des hypertendus jusqu'à 65 ans à peu près.

Homme	35-44	45-54	55-64	65-75
HTA grade 1	16,8	23,2	35,8	38,3
HTA grade 2	0,4	12,6	8,7	13,2
HTA grade 3	0,2	1,6	3,6	2,7
HTA systolique isolée	3,7	11,1	17,4	32,9
Femme	35-44	45-54	55-64	65-75
HTA grade 1**	6,2	17,2	21,7	30,0
HTA grade 2	2,1	3,7	3,2	8,5
HTA grade 3	0,0	0,1	1,0	2,5
HTA systolique isolée	1,4	2,3	12,5	20,6
* H. Godet Thobie BEH 49-50 décembre 2008				
** Grade 1 = PAS 140-159 mmHg ou 90-99 mmHg. Grade 2 160-169 mmHg ou 100-109 mmHg. Grade 3 ≥ 180 mmHg ou ≥ 110 mmHg.				

TABLEAU 1 : Niveaux de pression artérielle en France selon l'étude ENNS\*.

Ce tableau est tiré de l'étude GODET-THOBIE H, VERNAY M, NOUKPOAPE A *et al.* (2008). Niveau tensionnel moyen et prevalence de l'hypertension artérielle chez les adultes de 18 à 74 ans. BEH, 49-50: 478-483. Disponible sur [http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2008/49\\_50/#2](http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2008/49_50/#2)

• Nous couplons ces données à la quantité d'hommes et de femmes pour chaque tranche d'âge concernée.

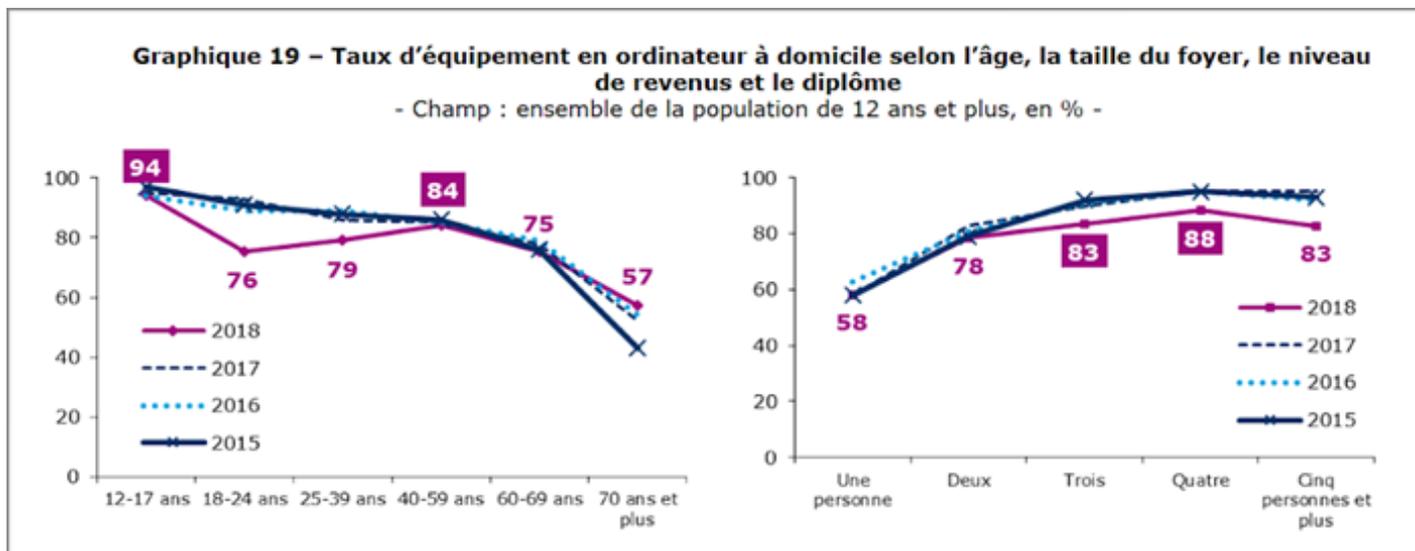
Source : Insee, estimations de population (résultats provisoires à fin 2018) Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1893198>

On ne s'intéresse qu'aux personnes entre 20 ans et 69 ans et on extrait les totaux par dizaine d'âge.

Tranche d'âge	Nombre d'hommes	Nombre de femmes
20-30 ans	3,657,213.00	3,648,945.00
30-40 ans	3,926,510.00	4,108,826.00
40-50 ans	4,151,548.00	4,236,690.00
50-60 ans	4,167,686.00	4,364,392.00
60-70ans	3,700,464.00	4,102,820.00

→ ce qui nous donne: 8,8 millions de personnes en France.

source: CREDOC. Baromètre du numérique (2017) pour le Conseil Général de l'Economie, de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies (CGE), l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes (Arcep) et l'Agence du numérique



- le patient visé a besoin d'un ordinateur. Le graphique de gauche nous apprend que 84% des gens entre 40 et 59 ans possèdent un ordinateur. Si on considère que la population des hypertendus est à peu près représentative de la population des 40-59 ans, on a alors environ un nombre d'utilisateurs :

$$n = 841008.8106 = 7.4 \text{ millions d'utilisateurs}$$

→ Cela nous fait donc au total 7,4 millions d'utilisateurs-patients potentiels.

## Calcul du nombre de médecins potentiels

- Un généraliste a en moyenne 864 patients. Cela fait 0,00116 médecin par patient.
- On multiplie par le nombre de nos utilisateurs-patients. On obtient environ 8 800 médecins généralistes.

## Évaluation de l'observance

- Première étape: Utilisation des résultats du questionnaire Girerd
  - C'est un questionnaire avec deux réponses pour chaque questions (oui et non, répondre Oui nous faisant basculer vers une mauvaise observance et Non vers une bonne observance)
  - On pose  $k$ =rapport entre le nombre de Non sur le nombre de Réponses
  - On en déduit un premier pourcentage d'observance
- On utilise la correction du nombre de comprimés restants par le patient (si ce n'est pas un multiple d'un nombre de comprimés d'une boîte, c'est que le patient a oublié ou n'a pas voulu prendre son traitement). En effet, le nombre de comprimés restant correspond au départ au nombre de comprimés dans la boîte et se décrémente automatiquement chaque jour . Si le patient le modifie, c'est soit qu'il a changé de boîte soit qu'il n'a pas pris correctement son traitement.
  - Cela nous donne le nombre de comprimés de retard (par différence entre le nombre précédent et le nombre actualisé).
  - On divise par le nombre total de comprimés dans la boîte.
  - Cela nous donne un deuxième pourcentage, noté  $l$ .
- On réalise une moyenne pondérée qui donne un pourcentage final.
  - Le questionnaire de Girerd étant validé scientifiquement, et notre méthode intervenant plutôt en complément, on attribue un coefficient 0.75 au premier pourcentage et un coefficient 0.25 au deuxième.
- On en déduit un pourcentage total d'observance.

$$\Rightarrow O=0.75 k+0.25 l$$

# Mini-projet n°3 : Étude économique

## Algorithme

```
7 from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
8 from random import randrange
9 from matplotlib import pyplot as plt
10 import numpy as np
11 import math
12
13 def patient(age, PA, sexe, fumeur, tot_chol, observant, age_lim=100):
14
15     traitement = observant
16     vie = True
17     compt_event = [0 for i in range(5)]
18
19     #1.AVC 2.Infarctus 3.Insuf_renal_dialyse 4.Insuf_renal_greffe 5.Insuf_cardiaq 6.Hosp_HTA
20
21     proba_event = [40, 70, 77, 78, 100]
22     cout_secu = 0
23     cout_patient = 0
24     C = [15261, 12679, 800000, 80000, 5000]
25     cout_trait = 2180 #cout du traitement pendant 10 ans
26
27     while age <= 90 and vie:
28
29         event = evenement(age, PA, sexe, fumeur, tot_chol, traitement, compt_event)
30
31         if event :
32             proba = randrange(100)
33             if 0<=proba<=proba_event[0]: #AVC
34                 cout_secu += C[0] + traitement*cout_trait*0.7
35                 cout_patient += traitement*cout_trait*0.3
36                 mourir = randrange(100)
37                 if mourir < 47 + compt_event[0]*33:
38                     vie = False
39                 compt_event[0] += 1
40                 age += 10
41
```

```

42     elif proba_event[0]<proba<proba_event[1]: #INFARCTUS
43         cout_secu += C[1] + traitement*cout_trait*0.7
44         cout_patient += traitement*cout_trait*0.3
45         mourir = randrange(100)
46         if mourir<15 + compt_event[1]*15:
47             vie = False
48             compt_event[1] += 1
49             age += 10
50
51     elif proba_event[1]<proba<proba_event[2]: #INSUF_RENAL_DIALYSE
52         age += 10
53         cout_secu += C[2] + traitement*cout_trait*0.7
54         cout_patient += traitement*cout_trait*0.3
55         compt_event[2] += 1
56
57     elif proba_event[2]<proba<proba_event[3]: #INSUF_RENAL_GREFFE
58         traitement = True
59         cout_secu += C[3] + traitement*cout_trait*0.7
60         cout_patient += traitement*cout_trait*0.3
61         cout_trait += 200000
62         mourir = randrange(100)
63         if mourir<35 + compt_event[1]*15:
64             vie = False
65             compt_event[3] += 1
66             age += 10
67
68     elif proba_event[3]<proba<proba_event[4]: #INSUF_CARDIAQ
69         cout_secu += C[4] + traitement*cout_trait*0.7
70         cout_patient += traitement*cout_trait*0.3
71         mourir = randrange(100)
72         if mourir<65 + compt_event[1]*15:
73             vie = False
74             compt_event[1] += 1
75             age += 10
76
77     p = pression(age, observant, PA)
78     PA = p
79

```

```

80         #SI LE PATIENT N'ÉTAIT PAS TRAITÉ, IL SE MET À PRENDRE SON TRAITEMENT DANS 80% DES CAS SI C'EST UNE
81         #FEMME, 90% DES CAS SI C'EST UN HOMME
82
83         if not traitement:
84             if age >= age_lim:
85                 traitement = True
86                 observant = True
87
88
89         else:
90             age += 10
91             cout_secu += cout_trait*0.7
92             cout_patient += cout_trait*0.3
93             p = pression(age, observant, PA)
94             PA = p
95
96         return(age, cout_secu, cout_patient, sum(compt_event))
97
98 #implémentation de la PA
99
100 def pression(age, observant, PA):
101     if observant :
102         return(min(PA,120))
103     return(PA+5)
104
105 # probabilité de faire un évènement
106
107 def evenement(age, PA, sexe, fumeur, tot_chol, traitement, compt_event):
108     accident = randrange(100)
109
110     #scoree = score2(age, PA, sexe, fumeur, tot_chol, traitement, compt_event)
111     scoree = score(age, PA, fumeur, tot_chol, traitement)
112
113     total_event = sum(compt_event)
114     if accident <= scoree + 5*total_event:
115         return(True)
116     return(False)

```