

NUMÉRIQUE EN SANTÉ : ENJEUX D'UNE MÉDECINE PRISE ENTRE HUMANITÉ ET TECHNICITÉ

Rapport du MIG SANTÉ

G. BERRADA, L. CARDINALE, C. DESVIGNE, C. DUBOIS, B. DU REAU, T. FAVIN-LÉVÊQUE, B. GEISLER, B. GREPT, G. JARRY, D. JUNG, M. LAMARQUE, I. NARDUZZI--MINATCHY, B. PERROT, P. SALMON, G. TOULY

Encadrés par :

D. ABERGEL, M. BASSON, A. BESSIS, F. KLETZ



Novembre 2021

Ecole des Mines de Paris

SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION</u>	2
<u>PARTIE 1 - LE SYSTÈME DE SANTÉ SOUMIS À DE NOUVELLES EXIGENCES, DANS UN CONTEXTE RUDE</u>	4
1) L'évolution de l'épidémiologie crée un afflux de patients	4
2) Le patient tend désormais à se placer au centre du soin	4
3) Un système de santé et des praticiens sous tension	5
<u>PARTIE 2 - LES APPORTS DU NUMÉRIQUE : ILLUSTRATION PAR DES SOLUTIONS DÉJÀ EXISTANTES</u>	7
1) Efficacité, efficacité et logistique	7
2) Communication entre acteurs variés et accès aux données	8
3) Aide à l'analyse médicale	9
<u>PARTIE 3 - DES LIMITES À LA NUMÉRISATION ?</u>	11
1) Limites techniques	11
2) Place de l'humain	11
3) Multiplicité des solutions et interopérabilité	12
4) Sécurité : la protection de données sensibles	13
<u>CONCLUSION ET INTRODUCTION DES MINI-PROJETS</u>	14
<u>Mini-projet n°1</u> : Les effets du numérique sur la relation soignant-soigné	15
<u>Mini-projet n°2</u> : Amélioration de la visualisation du parcours de soins sur le DPI ORBIS	19
<u>Mini-projet n°3</u> : Application de suivi personnalisé d'un patient pour assurer le lien entre ville et hôpital.	23
<u>Mini-projet n°4</u> : Appairage de médecins pour réduire les déserts médicaux	27
<u>CONCLUSION GÉNÉRALE</u>	31
<u>REMERCIEMENTS</u>	31
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	32
<u>ANNEXES</u>	36

Introduction

La crise sanitaire du Covid-19 a mis à l'épreuve le système de santé français, en questionnant sa capacité à délivrer des soins de qualité sur l'ensemble du territoire et pour un grand nombre de patients : services, personnels et matériel ont été mobilisés dans les hôpitaux et en médecine de ville pour faire face à l'afflux conséquent de patients en 2020 et en 2021. L'extension de la place du numérique a été une mesure majeure pour soulager des services surchargés, limiter les déplacements et augmenter l'efficacité du travail des soignants. L'épidémie de Covid-19 a ainsi accéléré cette transition numérique, qui avait été lentement initiée depuis le début du XXIème siècle.

Le confinement imposé par le contexte sanitaire et l'éloignement volontaire de malades graves de l'hôpital afin d'éviter des contaminations au Covid-19 ont été deux facteurs accélérateurs de la mise en place d'une médecine réalisée à distance. Le terme de **télé médecine** désigne cette pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication. Celle-ci existait déjà avant la crise mais s'est fortement développée depuis [6]. Elle comporte plusieurs branches qui visent chacune à venir en appui du système de santé actuel. On distingue quatre branches principales : la **téléconsultation** (consultation à distance durant laquelle le médecin et le patient se voient et se parlent), la **téléexpertise** (demande d'avis par le médecin à un médecin expert avec accord du patient), la **télé surveillance** (transmission manuelle ou automatique de données médicales du patient) et le **télésoin** (instauré en 2019, il concerne les activités paramédicales réalisables à distance comme la kinésithérapie ou l'orthophonie) [6]. **Outre la télé médecine, un ensemble d'applications se développe autour de la numérisation du système de santé**, comme ORTIF, plateforme de téléconsultations pour l'Île-de-France, ou le Dossier Médical Partagé (DMP), regroupant les informations sur l'état du patient. De tels outils visent à résoudre les problèmes d'organisation et de communication mais aussi à aider à la pratique de la médecine. Le numérique en santé s'avère donc un enjeu majeur pour l'avenir de la médecine.

Nos réflexions au sujet de la digitalisation du système de santé ont été initiées par le docteur Lévy-Soussan, médecin en charge de l'Unité Mobile de Soins Palliatifs à la Pitié-Salpêtrière à Paris. Son premier témoignage, point de départ de nos travaux, nous a permis d'avoir un premier aperçu sur l'état actuel du numérique en santé et sur le point de vue intérieur d'un médecin hospitalier. De cet entretien, trois questions majeures ont émergé : Si le numérique est déjà présent, notamment à la Pitié-Salpêtrière, comment gagner en efficacité avec un logiciel (ORBIS) grâce à une visualisation rapide du parcours de soins ? Plus généralement, comment le numérique peut-il aider à assurer la continuité des soins entre ville et hôpital ? Le docteur Lévy-Soussan a enfin insisté sur l'importance de la place de l'humain dans la relation soignant-soigné. Alors, comment allier technicité et humanisation ? Ce questionnement formulé par notre intervenante a guidé notre analyse et la formulation de nos mini-projets.

En réalité, les trois dimensions dégagées par ces interrogations se recoupent. La première idée pratico-pratique de l'ergonomie des logiciels utilisés pose la question de la mise en place effective de la numérisation. Une solution technologique qui aboutit sur un système qui n'est pas ergonomique, trop complexe et qui fait rencontrer à ses utilisateurs de trop nombreuses difficultés d'utilisation n'est pas pertinent. Il s'agira donc pour nous de vérifier dans quelle mesure les critiques du docteur Lévy-Soussan sont généralisables aux outils du numérique en santé : ceux déjà développés sont-ils performants ? Quelles limites majeures existent dans la mise en place de tels outils ? Plus encore, dans la perspective d'une médecine au service du patient, qui place donc l'humain au cœur de ses objectifs, la technique est-elle elle aussi dédiée au soigné ? Finalement, les technologies déployées le sont-elles au bénéfice du patient, intégrant ainsi l'humanité dans leur technicité ?

Par ailleurs, le docteur mentionne l'enjeu d'assurer la continuité des soins entre ville et hôpital. Il s'agira donc pour nous de comprendre la complexité du réseau de soins déployé sur le territoire du patient, de comprendre la diversité des acteurs médicaux et même médico-sociaux. Nous devons vérifier dans quelle mesure une coordination de ces acteurs est véritablement nécessaire et en quoi la numérisation peut apporter une aide. Ici aussi le patient sera placé au centre de nos réflexions, en tant que bénéficiaire direct de toutes les améliorations éventuelles apportées par le numérique.

Enfin, le dernier point abordé par le docteur Lévy-Soussan rappelle la difficulté à placer un curseur pertinent entre technicité et humanité. Nous garderons donc cette dimension transversale tout au long de nos travaux : la relation soignant-soigné repose sur une humanité qui s'exprimait, avant la numérisation, par une rencontre, un temps d'échange. Il conviendra alors d'évaluer l'impact du numérique et de toutes les solutions proposées sur cette relation.

Ainsi, comment allier technicité et humanité dans le domaine de la santé au cœur d'un monde de plus en plus numérisé ?

En premier lieu, nous nous attacherons à comprendre dans quel contexte s'inscrit le système de santé. Nous verrons qu'il fait face à de nouveaux défis d'ordre épidémiologique et qu'une redéfinition de ses missions est en cours, par la mise en avant du patient, placé au cœur de ses soins. Ces changements concourent entre autres à une mise sous tension du système de santé. Par la suite, nous verrons comment le numérique peut alors répondre à ces défis, à la lumière de solutions concrètes déjà déployées. Enfin, il nous faudra considérer les limites et les risques de la numérisation en santé. Cette première analyse débouchera sur le développement de quatre projets traitant de problématiques importantes, auxquelles la démarche d'ingénieur apportera une solution.

PARTIE 1 — Le système de santé soumis à de nouvelles exigences, dans un contexte rude

La crise Covid a exacerbé les tensions multiples du système de santé et a montré les défis auxquels il est confronté. Il fait face à de nouvelles demandes qui le placent dans une situation de tension importante.

1. L'évolution de l'épidémiologie crée un afflux de patients

En premier lieu, le système de santé est confronté à une nouvelle épidémiologie. Dans les prochaines années, la France devra faire face à un **vieillessement accéléré de la population** qui aura un impact notamment sur l'équilibre des territoires et des villes. En effet, la génération des baby-boomers née à partir de 1945 a atteint l'âge de 75 ans en 2020. Au nombre de 4,1 millions en 2020, les 75-84 ans seront 6,1 millions en 2030 tandis que l'espérance de vie à 60 ans s'est accrue : de 1950 à 2019, elle est passée de 16 à 26 ans en moyenne. [43] Ainsi, le système de santé verra affluer un très grand nombre de patients âgés ayant besoin de soins médicaux.

De plus, la **hausse de la prévalence des maladies chroniques pose des défis organisationnels** supplémentaires au système de santé actuel. Entre 2011 et 2017, le nombre de patients atteints d'une Affection Longue Durée (ALD) a augmenté de 5,1% par an. [44] Les patients pluripathologiques seront donc de plus en plus nombreux.

Ainsi, le système de santé sera soumis à une forte pression dans le nombre des patients et la complexité des pathologies qu'il devra traiter.

2. Le patient tend désormais à se placer au centre du soin

Par ailleurs, l'adaptation du secteur de la santé à ces problématiques démographiques et épidémiologiques doit également intégrer le besoin croissant des patients d'être considérés et traités dans leur singularité, comme être humain et non seulement comme sujet médical.

Le développement des formations universitaires de **patient expert** et de **patient partenaire** témoigne de cette volonté du corps médical d'inclure le point de vue du patient dans la prise de décision. Cette évolution est directement plébiscitée par certains patients à l'image du témoignage du patient partenaire Franck Manzoni [11] plaidant pour une "humanisation" de la prise en charge thérapeutique.

En effet, à rebours de la vision médicale traditionnelle, centrée sur la pathologie, se développe une conception plus globale du traitement qui ne se restreint plus au seul milieu hospitalier et qui a pour ambition de prendre en compte l'environnement du patient : ce sont les **soins intégrés**. Il s'agit de décloisonner les trois composantes du système de santé - l'hôpital, le médico-social et la médecine de ville - dans l'optique de proposer un véritable parcours de soin personnalisé. Les soins ne s'arrêtent donc pas à la prescription et à la sortie de l'hôpital mais ils accompagnent le patient jusqu'à son domicile afin de l'aider à reprendre sa vie quotidienne ou du moins à l'adapter à sa condition médicale.

Ces nouvelles demandes vis-à-vis du système de soin s'inscrivent dans la démarche générale de **démocratie sanitaire**, par laquelle les patients exigent une transparence des données et la rupture du lien hiérarchique descendant médecin/soigné.

3. Un système de santé et des praticiens sous tension

Enfin, dans ce contexte en forte évolution, le système de santé connaît une crise importante de moyens et de personnels, qui vient complexifier les défis mentionnés précédemment.

Plusieurs des médecins rencontrés au cours de la première semaine de MIG nous ont fait part de la tension que subit le système de santé actuel, à considérer en premier lieu en regard de la pandémie de Covid-19 [14]. L'afflux important de patients a précipité le système de soins dans une crise logistique : un manque de masques, de lits de réanimation et de respirateurs, de personnel soignant. Cette situation critique a été fortement médiatisée, mettant en lumière des dysfonctionnements sévères [25]. Les pouvoirs publics se sont saisis de la question, et un Ségur de la Santé, une consultation des acteurs du système de soins français, a été organisé en juillet 2020, mais la crise sanitaire a placé le système de santé sous pression tout en soulignant les sources de tension déjà existantes.

Tandis que les effectifs médico-sociaux sont limités voire réduits pour des raisons budgétaires, le temps que les médecins doivent consacrer aux tâches administratives augmente avec la transition vers le numérique [10]. Alors que le numérique a pour objectif de faciliter l'ensemble des tâches médico-sociales, il requiert en pratique un travail de secrétariat de la part des médecins. Ce passage au numérique est pris par les dirigeants comme une opportunité de réduction du personnel. Pourtant, avec une vision de la santé qui s'appuie fortement sur les interactions humaines, les outils modernes sont un obstacle à la pratique médicale, notamment parce que les professionnels ne reçoivent pas de formation pour leur prise en main. En conséquence, le personnel manque de temps et le système de santé ne peut répondre efficacement aux besoins des patients. Professionnels de santé comme patients sont privés d'une partie du temps nécessaire consacré à la pratique médicale.

Au-delà des problèmes internes à un service, des problèmes de communication et de coordination inter-services et entre les acteurs de santé réduisent l'efficacité de la prise en charge médicale, dans un système français hospitalo-centré [3]. La diversité des outils employés, souvent non synchronisés les uns avec les autres, empêche une bonne transmission d'informations au sein d'un hôpital [1]. Elle entraîne un risque de perte d'informations voire d'erreurs lors de la transition d'un patient d'un service à l'autre. La majorité des erreurs de prescription, dangereuses pour le patient, sont la conséquence de telles lacunes dans la transmission des dossiers des patients [10]. Les outils adaptés à la pratique médicale sont méconnus ou insuffisamment utilisés. Alors que des canaux officiels et sécurisés tels que MSSanté ont été mis en place pour un stockage, un accès et une lecture de données simples, les professionnels médico-sociaux ont trop souvent recours à des communications officieuses par mail, téléphone, voire courrier [6].

L'usage actuel du numérique affecte la relation soignant-soigné, indispensable pour une bonne prise en charge médicale. Comme expliqué précédemment, le temps consacré à la consultation avec le patient est diminué. La présence d'un écran lors de la consultation réduit aussi le contact humain, pourtant considéré essentiel par la majorité des acteurs. Les médecins ressentent une frustration de ne pas échanger plus avec leur patient, et regrettent une pratique de plus en plus technique et de moins en moins humaine [1].

En outre, l'accès aux soins du personnel soignant est inégalement réparti sur l'ensemble du territoire français. Certaines zones, appelées déserts médicaux, manquent de médecins, généralistes

comme spécialistes. Ce manque de professionnels disponibles dans une zone géographique ne permet pas un suivi adapté d'un patient polypathologique **[8]**. La capacité du numérique à communiquer à distance doit être utilisée pour répondre à ce problème.

Tous ces problèmes tendent à s'accumuler lors du parcours de soins d'un patient. Le système de santé est le premier malade à soigner **[1]**. Il reste donc à étudier comment les solutions numériques peuvent être un remède (du moins partiel) à la tension que subit ce système, bien que certains y voient l'une des causes du mal-être des soignants et des patients.

PARTIE 2 — Les apports du numérique : illustrations par les solutions existantes

Face à ces défis, comment les outils numériques peuvent-ils apporter des solutions ? Comment peut-il aider le praticien dans sa logistique du quotidien ? Plus encore, comment peut-il participer à la mise en relation des acteurs variés d'un parcours de soin ? Enfin, au-delà de l'aspect organisationnel, une technologie de pointe peut-elle prendre part au diagnostic médical ?

1. Efficacité, efficience et logistique

Des arguments retenus en faveur du développement d'outils en santé sont une plus grande efficacité potentielle, une réduction des coûts et une meilleure organisation dans la prise en charge des patients et dans le soin.

Un premier exemple est celui du **Dossier Patient Informatisé (DPI)**, dossier numérisé créé par un praticien ou par une équipe de soin au sein d'un établissement de santé pour chacun de leurs patients. En France, sa généralisation est impulsée par des vagues de financement, notamment celle de 2004, de telle façon qu'aujourd'hui, plus de 85% des médecins exerçant en France sont équipés d'un DPI. [2] Il s'agit premièrement d'un outil qui **facilite le stockage et l'accès aux données de santé** du patient : via ce nouvel outil qui les regroupe toutes sous forme numérisée via une interface unique, l'accès aux données de santé est facilité par rapport au cas du dossier papier [15], tout comme est diminué le risque de perte de dossiers. Mais le DPI est aussi un **outil de traitement des données de santé**, car il permet le calcul de doses des médicaments, ou encore le calcul des interactions médicamenteuses au sein d'une prescription. Il permet de **réduire les erreurs d'écriture**, de terminologie, d'éviter certaines incohérences. [2]

En milieu hospitalier, le DPI est aussi un **outil de communication au sein de l'équipe de soins**, au sein d'un service mais aussi entre services possédant un même DPI : le DPI ORBIS utilisé par l'AP-HP, par exemple, comporte plusieurs modules, dont certains permettent les transmissions infirmières, le suivi des prescriptions et de la dispensation par les IDE. [10] Un praticien peut aussi s'informer via ORBIS de l'état de santé de son patient, par exemple en vérifiant s'il est allé aux urgences récemment.

En outre, un des arguments pour sa généralisation a été celui de l'efficience : s'affranchir de la recherche et de la tenue de dossiers papier réduirait les coûts car permettrait de gagner du temps. Cependant, il faut prendre en compte le remplissage du DPI par le médecin, qui au contraire prend plus de temps sur ordinateur que sur papier. Tous comptes faits, on n'observe pas d'augmentation significative de la productivité des praticiens, et les résultats diffèrent selon les spécialités. [15] De même, le partage de l'information accéléré entre services hospitaliers permettrait d'accélérer les soins et donc de faire des économies de santé. Cependant, ce bénéfice n'a jamais été prouvé par des études car leur mise en œuvre entre en contradiction avec des principes d'éthique. [2]

Enfin, le DPI ORBIS permet une **gestion automatisée de la prise de rendez-vous** pour des consultations, de par la synchronisation de l'agenda ORBIS du médecin avec l'application de prise de rendez-vous Doctolib [10] ainsi que des téléconsultations via la synchronisation d'ORBIS et de l'outil régional de téléconsultation Ortif.

Un outil plus récent, qui a joué un rôle primordial dans l'**efficacité** des soins **pendant la crise sanitaire**, a été la **téléconsultation**. En effet, alors que les consultations à l'hôpital ne pouvaient avoir lieu, la téléconsultation a servi de solution de substitution afin de **préserver la continuité des soins** tout en **protégeant les patients fragiles** des risques d'une venue en établissement de santé. De manière générale, alors que moins de 40 000 consultations avaient été réalisées en février 2020, sur mars et avril

2020, pendant le confinement, 5,5 millions de téléconsultations ont eu lieu (dont plus de 80% dans le cadre de la médecine de ville). [22]

Hors période de crise, elle permet d'assurer un suivi médical dans le cas de malades dont le déplacement est logistiquement ou psychologiquement lourd, tels les enfants polyhandicapés, ce qui permet un **gain de temps, une économie de moyens logistiques et une consultation sans le stress dû au déplacement à l'hôpital [4]**.

De même, le **télé-dépistage** permet lui aussi de **faciliter l'accès au soin**. Ainsi du dispositif de télé-dépistage de la rétinopathie diabétique de l'AP-HP OphDiaT mis en place en 2004. La photographie numérique du fond d'œil est effectuée par un orthoptiste auprès du patient dans un des sites de dépistage (centres municipaux de santé, prisons, centres médicaux...) et est interprétée dans un centre de lecture par un ophtalmologue. Ce système, visant à faciliter l'accès des patients au dépistage, alors qu'en 2014, 40% des personnes diabétiques ne se faisaient pas dépister régulièrement [23], a permis de réaliser plus de 17000 dépistages en Ile-de-France en 2018 [6][20].

Mais outre l'aide apportée au personnel de santé et au patient directement, certaines applications du numérique en santé permettent d'augmenter l'efficacité du système de santé dans son ensemble, en améliorant la gestion de sa sollicitation. Ainsi, le réseau ANTARES Ile de France, **réseau de radiocommunication numérique**, favorise l'interopérabilité des services de secours (SAMU, pompiers...) et permet une **gestion coordonnée des interventions [21] [9]**.

Enfin, le numérique peut aussi **aider à la préparation de la consultation**. Par exemple, dans le cas de la maladie de Parkinson, la **télesurveillance** permet de diminuer le travail en amont de la consultation de la part du patient : plutôt que de devoir remplir dans les jours précédant la consultation en agenda patient contraignant, le malade porte un actimètre se présentant sous la forme d'un bracelet ou d'une ceinture dont les capteurs permettent l'évaluation des symptômes moteurs de la maladie à domicile au cours de quelques jours. [12]

Ainsi, l'utilisation du numérique en santé ouvre des perspectives intéressantes à la fois pour faciliter le travail des personnels de santé, favoriser l'accès aux soins pour le patient et gérer les sollicitations du système de santé dans son ensemble.

2. Communication entre acteurs variés et accès aux données

Nous avons vu précédemment que le numérique permettait une meilleure communication des acteurs au sein de l'hôpital (DPI). Mais plus encore, l'outil numérique peut s'avérer pertinent afin de coordonner au mieux les différents acteurs de santé sur une plus large échelle. Il permet un partage des informations entre praticiens et peut même inclure le patient.

Comme expliqué plus haut, les cas de patients atteints de plusieurs pathologies notamment de maladies chroniques [24] sont en nette hausse depuis quelques années. Ainsi, les **parcours de soin** tendent à se complexifier, tant par le nombre d'acteurs mis en jeu que par la diversité de ceux-ci. En effet, les lieux de prise en charge sont très diversifiés : hôpital proche du domicile (Centre Hospitalier) ou plus spécialisé (Centre Hospitalo-Universitaire), cabinets des praticiens de ville ou encore établissements médicaux-sociaux d'accueil (comme les EHPAD ou les IME, à destination des enfants en situation de handicap lourd ou centres de rééducation). Ces différents lieux font intervenir de nombreux soignants différents : au médecin traitant généraliste s'ajoutent les spécialistes de ville et les spécialistes hospitaliers ; au-delà des médecins, le patient interagit avec professionnels paramédicaux : infirmiers libéraux, kinésithérapeutes, le personnel non médical de l'hôpital ou de la structure d'accueil (psychologues, aide soignants, éducateurs spécialisés...).

Pour répondre à cette complexité de la prise en charge, un premier apport du numérique est celui du partage des informations entre les acteurs. C'est notamment le but du Dossier Médical Partagé (DMP). Développé depuis une dizaine d'années, il est utilisé par dix millions de Français à ce jour et sera généralisé à tous (sauf opposition) en janvier 2022. Le Dossier Médical Partagé consiste en un carnet de santé numérique, à savoir un dépôt sécurisé des informations de santé. Il recueille les comptes-rendus des différentes consultations chez les multiples professionnels de santé, les résultats des examens (analyses biologiques, imagerie...). Le DMP ne se substitue pas aux différents DPI des praticiens, logiciels hébergés en local, mais le praticien dépose les informations de son propre système qu'il juge pertinent de porter à la connaissance des autres acteurs de la prise en charge dans le DMP. A terme, une interopérabilité totale entre DMP et DPI est visée ; celle-ci devra à terme incorporer les données du DMP dans la solution technologique DPI possédée par le praticien. Dans les faits, aujourd'hui cette interopérabilité n'est pas effective. De plus, le DMP permet au patient d'accéder à ses propres données médicales. Il est ainsi intégré dans son parcours de soin, dans l'esprit du développement de la démocratie sanitaire. [13]

En outre, certains dispositifs numériques permettent de recueillir des informations de natures plus diverses et en plus grandes quantités, et donc d'élaborer un meilleur diagnostic et une meilleure prescription. C'est par exemple le cas dans le programme Télémédecine Polyhandicap Enfants où le personnel soignant de l'établissement de santé est inclus dans la conversation de la téléconsultation. [4] Le médecin à distance a donc accès à plus d'informations pour comprendre le quotidien de son patient. Le numérique ne se contente pas ici de faciliter la circulation d'informations entre DPI mais bien de créer une nouvelle donnée médicale.

Ainsi le numérique en santé permet une meilleure coordination d'un tissu médical complexe, partagé entre médecine de ville, médecine hospitalière et secteur médico-social.

3. Aide à l'analyse médicale

Enfin, au-delà du support logistique aux acteurs de santé, le numérique peut devenir un acteur dans le parcours de soins.

Avec les nouveaux outils connectés sont apparus **la télésurveillance et le télésuivi** qui permettent d'adapter les soins en continu et de réagir plus rapidement. Ils consistent en la **transmission de données** précises de santé, provenant du domicile du patient et communiquées à son médecin traitant.

Les premières solutions développées demandaient que le patient saisisse lui-même les données de santé. On observe dans ce cas que l'implication du patient diminue fortement au cours du temps ; le patient ne saisit pas forcément l'importance de rentrer de telles données pour son médecin.

D'autres plateformes proposent désormais une récupération automatique des données disponibles, comme la suite logicielle MedicWise [12]. Le logiciel acquiert les données au moyen d'objets connectés, les trie et les rend exploitables, au lieu de demander au patient de les saisir. L'objectif est **d'alerter l'équipe médicale lorsque les données de surveillance de certains paramètres de suivi thérapeutique sortent des valeurs attendues le patient sort de sa fenêtre thérapeutique**, c'est-à-dire lorsque les données recueillies sont anormales. Le patient saisit certaines constantes, mais cette étape tend à être le plus possible réduite. MedicWise permet aussi de s'assurer que le patient suit ses ordonnances et ses prescriptions. En parallèle, MedicWise effectue des **modèles prédictifs entraînés sur des bases de données massives** pour améliorer la qualité des alertes.

En effet, le développement des capacités numériques de stockage (avec par exemple les DPIs, dont les données peuvent être utilisées en recherche [2]) et de traitement des données offre de nouvelles perspectives dans l'analyse médicale, notamment par l'apport d'une **analyse informatique** au diagnostic du praticien. Elle est rendue possible grâce aux algorithmes qui traitent d'énormes masses de données. Ils sont particulièrement utiles lors d'une pathologie qui touche plusieurs organes, par exemple pour les cancers. Dans l'exemple d'un patient atteint de cancer, une Réunion de Concertation Pluridisciplinaire (RCP) est requise pour définir un plan de soins. Mais la quantité d'informations à gérer est devenue trop importante pour assurer une prise de décisions humaine efficace et limiter la surcharge de travail.

Les **systèmes d'aide à la décision médicale** (SADM) ont démontré leur potentiel à améliorer les décisions médicales lors de la prise en charge et à les rendre plus conformes à l'état de l'art. Ils s'appuient sur une analyse des caractéristiques du patient et déduisent **une proposition de soins à partir des référentiels de bonnes pratiques**. [13]

En moyenne, l'intelligence artificielle s'est montrée supérieure au médecin. Lors d'une expérience chinoise de diagnostic des tumeurs cérébrales, l'Intelligence Artificielle a mis quinze minutes pour établir 225 diagnostics à 87% justes tandis que les médecins ont pris trente minutes pour 66% des diagnostics justes [19]. L'intelligence artificielle de DeepMind a une efficacité de 89% dans les analyses mammographiques contre 73% pour des spécialistes [17]. Ces résultats démontrent l'efficacité des apprentissages numériques.

Leur développement repose sur l'exploitation d'une large base de données. Pour favoriser leur essor, la Plateforme des Données de Santé (ou Health Data Hub) a été créée fin 2019 pour recueillir les données de santé et les mettre à disposition de la recherche en intelligence artificielle. [18] L'objectif de ces algorithmes n'est pas de remplacer l'humain mais d'**augmenter la conformité des décisions avec l'état de l'art**, par exemple par des diagnostics probabilistes, et de révéler des points d'intérêt qui auraient pu être oubliés. Ils sont une **aide à la prise de décision**. [13]

En définitive, le numérique apporte une aide logistique au soignant dans sa pratique individuelle et permet de coordonner des parcours de soins complexes, mettant en relation une grande diversité d'acteurs. Plus encore, la numérisation dans le domaine de la santé entre dans la pratique de la médecine, en assistant le médecin dans ses décisions diagnostiques ou de prise en charge thérapeutique.

PARTIE 3 — Des limites à la numérisation ?

Toutefois, cet essor au cours des dernières années fait face à des obstacles, tout d'abord car la mise en place de ces solutions numériques peut s'avérer laborieuse technologiquement. De plus, une réflexion plus large sur la pertinence de l'emploi des outils numériques en santé est fondamentale : comment concilier la machine et l'humain ? Quelle place doit occuper la technologie dans la relation soignant-soigné ? Par ailleurs, comment combiner le plus simplement possible les différents moyens mis à disposition et assurer l'interopérabilité entre différentes solutions technologiques ? Enfin, les données de santé sont sensibles et nécessitent donc une protection particulière.

1.Limites techniques

La numérisation du système de santé fait face à des obstacles majeurs, qui sont en premier lieu liés non pas à des contraintes intrinsèques du numérique, mais à des difficultés techniques de mise en place et d'utilisation. En effet, la transition du domaine de la santé vers une large utilisation du numérique nécessite de pallier plusieurs difficultés.

Tout d'abord, à la numérisation s'oppose une forte contrainte humaine, en termes de formation du personnel notamment. Pour que l'utilisation des outils informatiques soit généralisée, il est indispensable que tous les professionnels de santé, qui ne sont pas forcément familiarisés avec ces outils, reçoivent une formation complète sur ces systèmes, parfois complexes d'utilisation. Un facteur générationnel intervient aussi quand on considère la prise en main du numérique : les patients âgés notamment, mais aussi certains médecins, sont peu sensibilisés à l'informatique et nécessitent une formation particulière. **[1][10]**

Mais au-delà de l'enjeu de la formation, un défi posé au numérique en santé est la capacité à fournir des logiciels ergonomiques, pratiques d'utilisation pour le personnel soignant : en pratique, même après formation, le DPI est critiqué par les praticiens, qui déplorent entre autres des difficultés pour identifier les données importantes parmi des listes denses d'informations, et les pertes de temps que les nombreux clics nécessaires pour accéder à ces données engendrent. **[1][10][26]**

En parallèle, la numérisation rencontre des difficultés d'ordre purement technique : matériel, couverture réseau, personnel... **[14]** L'utilisation de logiciels performants demande des ordinateurs suffisamment modernes et une bonne couverture Internet. Par exemple, nous avons constaté au sein de l'hôpital Pitié-Salpêtrière que les praticiens hospitaliers ne disposent pas de matériel suffisamment mobile pour pouvoir se déplacer auprès des patients : ils doivent donc reporter sur un ordinateur fixe des notes prises lors de la consultation ou les valeurs de constantes recueillies lors d'un examen . **[10]** Ainsi, la digitalisation de la santé fait face à une difficile mise en œuvre des projets, tant sur le plan humain que sur le plan des moyens.

2.Place de l'humain

Par ailleurs, la digitalisation de la santé fait apparaître un acteur jusqu'alors étranger à la relation soignant-soigné : la machine. Or, l'humanité du soin peut être remise en question par les moyens techniques mis en œuvre.

Le docteur Lévy-Soussan a longuement insisté sur l'importance de la qualité de la relation humaine entre les patients et les praticiens, qui ne devrait pas être altérée par l'apparition du numérique en santé, mais dont on pourrait souhaiter au contraire qu'elle en bénéficie. [1] En effet, le contact entre le médecin et le patient est primordial pour assurer un bon diagnostic et une bonne prise en charge. [11][12] Se pose alors la question de la place de la télémédecine et des conséquences de son extension.

Un des enjeux est en effet de réussir à concilier numérique et humanité des soins. La question se pose par exemple dans le cas des téléconsultations : certains intervenants craignent de "perdre le contact", voire de ne pas pouvoir établir de relation de confiance avec les interlocuteurs [11], ou encore de ne pas pouvoir réaliser un diagnostic assez précis, notamment pour les spécialités qui nécessitent la pratique de gestes cliniques au cours de la consultation. [12] Même dans le cas du suivi du polyhandicap, pour lequel les téléconsultations apportent une véritable valeur ajoutée, notamment lorsque de multiples acteurs sont impliqués (II.2), les médecins soulignent l'importance de conserver aussi des consultations en présence des différents intervenants [4].

Un autre exemple de situation où le numérique risquerait d'altérer la qualité de la relation et d'affecter la pertinence des soins est la télésurveillance : dans le cas de la maladie de Parkinson, alors que la réalisation de pompes autonomes qui permettrait une adaptation du traitement médicamenteux en temps réel en fonction de l'évolution des symptômes (mesurée automatiquement) devient techniquement envisageable, il faut garder à l'esprit qu'un traitement ne vise pas uniquement un symptôme, mais la santé et le bien-être du patient. Le traitement doit donc prendre en compte les attentes du patient de manière globale afin par exemple que le choix d'une prise en charge éventuellement lourde et d'un traitement entraînant des effets secondaires soit fait en connaissance de cause. Dans ce cadre, l'écoute du patient, de son ressenti et de ses attentes demeure primordiale pour la mise en place de soins adaptés. [12]

Par ailleurs, pour nuancer l'apport du numérique, le patient partenaire que nous avons rencontré, Franck Manzoni, a expliqué qu'il existait d'autres solutions susceptibles de soulager le travail des médecins. Ainsi, les patients partenaires réalisent un travail d'écoute et de dialogue auprès du patient qui contribue à l'efficacité du soin en réalisant une véritable intégration du patient dans son parcours de soin, dont le patient devient véritablement acteur. L'observance thérapeutique et la continuité du soin s'en trouvent alors renforcées. [11] Une autre piste est celle des infirmiers de pratique avancée, qui, via une formation universitaire particulière correspondant au grade de master et leur permettant d'acquérir des compétences plus larges, sont capables de prendre en charge une plus grande partie du suivi des patients, et peuvent participer à des tâches qui étaient auparavant l'apanage du seul médecin : renouvellement de certaines prescriptions, prescription d'examen... [3][12]

3. Multiplicité des solutions et interopérabilité

La numérisation du système de santé rencontre à l'heure actuelle un obstacle majeur dû à la multiplicité des solutions mises en place. En effet, divers logiciels ont été développés indépendamment afin de répondre à une demande croissante de la part des professionnels de santé, en ville comme à l'hôpital. Ces solutions, comme ORBIS pour l'AP-HP par exemple, ne communiquent pas toujours entre elles, rendant difficile le suivi de patients passant d'un hôpital à l'autre ; et parfois même au sein d'un même hôpital, entre différents services. La possibilité de communication entre les systèmes informatiques s'appelle **l'interopérabilité**. Cette compatibilité entre divers outils peut s'avérer extrêmement utile pour assurer la continuité des soins pour des patients atteints de pathologies lourdes aux parcours de soins complexes et aux parcours de soins complexes et nécessitant des traitements et des prises en charge dans des services ou hôpitaux différents. D'après le docteur Trosini-Désert, pneumologue à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, la majorité des erreurs de traitement à l'hôpital serait due à la mauvaise interopérabilité des systèmes informatiques des différents services. [10] Par exemple,

dans cet hôpital, le service de réanimation utilise un logiciel d'ordonnance et de dossier patient différent du reste de l'hôpital, qui est basé sur ORBIS. [1]

Afin de pouvoir stocker toutes les données du patient (comptes-rendus d'analyses biologiques, radiologiques, etc, et d'hospitalisation), on peut imaginer une plateforme centralisée comme le Dossier Médical Partagé qui serait commune à tous les soignants. Cette option est actuellement utilisée en tant que carnet de santé numérique pour 10 millions de patients et sera généralisée dès janvier dans le cadre du projet MaSanté2022 porté par le Ministère de la Santé. [13] Par ailleurs, au-delà des difficultés engendrées par la non-interopérabilité des systèmes informatiques, on observe un cloisonnement entre les domaines médical et social qui rend difficile la prise en charge des patients sur le long terme. Malgré le travail des Conseillers d'Assurance Maladie, qui permettent notamment de maintenir le contact avec les patients, [5] on constate que certains individus se retrouvent isolés médicalement et perdent le lien avec leurs médecins, par exemple dans le cas de patients nécessitant un suivi par des médecins spécialistes experts. [4]

Ainsi, la diversité des plateformes sur lesquelles sont renseignées les informations médicales du soignant est un obstacle à l'élaboration d'un parcours de soins fluide et efficace. L'objectif de l'un des mini-projets sera donc d'apporter une réponse à ce problème en centralisant davantage les données, au bénéfice thérapeutique du patient.

4. Sécurité : la protection de données sensibles

Avec l'interopérabilité, un grand nombre de données sont transmises d'une plateforme à une autre puis stockées. Le monde de la santé, comme la plupart des domaines transformés par le numérique, est confronté au défi de la sécurisation des données. L'enjeu est d'autant plus grand que les données traitées par les logiciels de DPI sont sensibles. Elles sont de plus soumises au code de déontologie des médecins. La protection des données se décompose en trois volets: la sauvegarde, la sécurité et la gestion des droits d'accès.

Tout d'abord, il est nécessaire de s'assurer de la sauvegarde des données. En effet, le système hospitalier – et la médecine de ville dans une moindre mesure – est devenu très dépendant de ces bases de données et il est primordial que ces données soient disponibles rapidement et à n'importe quel moment. Pour s'assurer de la sauvegarde des données, il existe des protocoles appliqués par les développeurs qui assurent la redondance des données sur plusieurs serveurs.

De plus, ces serveurs doivent être sécurisés afin d'éviter le vol de données personnelles de patients. Il existe également un danger lorsque les médecins échangent entre eux au sujet d'un patient. Comme le souligne le docteur Lévy-Soussan, beaucoup de médecins communiquent avec des moyens grand public (SMS, Whatsapp, etc...) par souci de rapidité et souvent par un manque d'information sur les risques associés à ces plateformes. En effet, ces pratiques exposent le patient au risque de voir ses informations personnelles aux mains de pirates. Néanmoins, il est possible de lutter contre ces pratiques en mettant en place des messageries sécurisées et en formant les médecins. La sécurité des données est une question qui est loin d'être résolue. Ainsi, début mars 2021, une enquête judiciaire a été ouverte à la suite de la fuite de presque 500 000 dossiers patients de l'APHP [49].

Pour finir, le troisième enjeu lié à la protection des données est la gestion des droits d'accès, c'est-à-dire définir qui a accès à quoi et pendant combien de temps. C'est une question à la fois technique et éthique. De cette façon, Nathalie Piquet, responsable de la Direction des systèmes d'information (DSI) de la Pitié-Salpêtrière considère la gestion des droits d'accès comme un enjeu éthique majeur pour le monde de la santé. [14] Ainsi, le numérique et la collecte massive de données dans le monde médical mettent les différents acteurs face à des défis d'ordre technique et éthique.

Conclusion et présentation des mini-projets

La numérisation du système de santé entreprise il y a déjà plusieurs années a connu un essor pendant la crise sanitaire et devient un atout majeur pour relever les défis auxquels il est confronté. Le développement et l'amélioration des techniques informatiques offrent de nouvelles perspectives d'aide, que ce soit en termes de communication, de gestion des données ou de traitement d'informations pour l'analyse médicale. La numérisation dans divers aspects du domaine de la santé peut apporter une aide importante au travail du personnel médico-social et le soutenir dans ses décisions. Elle permet un meilleur suivi du patient, une interaction plus facile avec le système de santé et cherche à résoudre les problèmes de déplacements ou d'isolement. Le patient est donc mieux intégré à son parcours de soin et la qualité des actes médicaux peut être améliorée. Les solutions techniques ainsi développées semblent ainsi viser à améliorer, entre autres, les aspects humains de la prise en charge thérapeutique.

Pour autant, la numérisation se heurte à des limites non seulement techniques mais aussi éthiques et sociales. Son développement repose sur l'acceptation sociale et la maîtrise des outils à la fois des professionnels de santé et des patients.

Cette réflexion, appuyée sur les conférences auxquelles nous avons assisté et sur nos recherches personnelles, a permis de mieux comprendre les questions principales qui nous ont été présentées par le Dr Lévy-Soussan. A travers nos mini-projets, nous avons apporté des réponses à ces problématiques.

Tout d'abord, la place de la relation humaine dans le parcours de soins est interrogée : à quel point le numérique peut-il s'immiscer voire remplacer le travail humain sans priver le patient de sa relation avec son équipe de soins? Nous nous sommes penchés dans un premier mini-projet sur ces aspects en proposant à travers des sondages les effets du numérique sur cette relation soignant-soigné, de quantifier précisément ce phénomène.

Ensuite, certains outils numériques, en particulier le logiciel ORBIS, diminuent parfois l'efficacité du travail du médecin au lieu de lui simplifier ses tâches et lui faire gagner du temps. Selon le Dr Lévy-Soussan, il manque à ce logiciel une fonctionnalité permettant une visualisation rapide du parcours de soin du patient lors de l'ouverture de son dossier. C'est pourquoi le deuxième mini-projet a travaillé sur une maquette de frise chronologique du parcours du patient à implémenter dans le logiciel ORBIS.

Un autre obstacle à l'efficacité du système de santé est le manque de continuité du suivi entre ville et hôpital. Le troisième mini-projet présente un plan de développement d'une application de suivi des maladies chroniques.

Enfin, le dernier mini-projet s'intéresse aux apports possibles du numérique et à une organisation du système de santé pour réduire les déserts médicaux et offrir un accès aux soins à tout habitant français.

Mini-projet 1 : Les effets du numérique sur la relation soignant-soigné

1. Hypothèses de départ

Suite aux recherches et aux rencontres que nous avons faites tout au long de ce MIG, le numérique a une importance indéniable dans le domaine de la santé, ne serait-ce que pour améliorer la gestion des patients ; cependant, il y a très peu d'études sur l'impact qu'a eu le numérique sur le patient, du point de vue de son traitement ou de sa relation avec son médecin. Nous avons donc voulu nous intéresser à ce sujet, en essayant de comprendre les effets du numérique tant sur le patient que sur le médecin et sur la relation qu'ils entretiennent. Par exemple, selon le Docteur Lévy-Soussan, il arrive que l'écran d'ordinateur fasse littéralement écran à la discussion entre le patient et son médecin, dégradant ainsi le soin qui est apporté au malade. De même, la perte de temps occasionnée par l'ouverture des nombreux logiciels et le partage d'écran en différentes fenêtres semble poser problème. Quant aux tâches administratives, elles sont de plus en plus chronophages, du fait de la suppression de beaucoup de postes de secrétaires lors du passage au numérique, et cela prend du temps médical aux médecins qui ont pourtant une quantité de travail considérable. Face à ces problèmes, nous nous sommes penchés sur la question en essayant de quantifier toutes ces données. Pour ce faire, nous avons créé 4 sondages, à destination de 4 populations différentes : les patients en consultation face au médecin, les patients en téléconsultation, les médecins hospitaliers et les médecins de ville.

2. Objectifs

Nous nous sommes fixé plusieurs objectifs dans ce mini-projet. D'une part, évaluer la portée des propos du Docteur Lévy-Soussan, tant sur son ressenti de médecin que sur les informations qu'elle recueille de ses patients et leur ressenti. D'autre part, déterminer si des solutions simples sont envisageables - et le cas échéant, les mettre en place - pour accélérer le travail technique préparatoire et « réduire la frustration » en évitant aux médecins de perdre du temps sur certaines tâches répétitives.

Avec les données recueillies, nous espérons déterminer les activités médicales pour lesquelles les solutions numériques existantes sont pertinentes et adaptées (Hayat 2020), ainsi que celles pour lesquelles des modifications seraient possibles afin d'améliorer les conditions de travail du médecin, l'expérience du patient, et la relation entre ces derniers.

3. Méthode employée et limites rencontrées

Les questions posées lors du sondage permettent tout d'abord de classer les sondés en différentes catégories, notamment selon leur âge, afin de voir si cette caractéristique avait un impact ou non sur les résultats reçus. Ensuite, en ce qui concerne les patients, nous leur avons posé des questions relatives à leur ressenti en consultation, leur durée de trajet pour se rendre à la consultation, leur avis sur la téléconsultation (et leur ressenti lorsqu'ils en ont déjà fait une, le stress induit par les consultations, etc. Pour les médecins, le questionnaire est plus détaillé, car nous voulions en plus mesurer l'impact du numérique sur la relation soignant-soigné, mesurer l'impact du numérique sur leurs pratiques quotidiennes ; nous leur avons tout d'abord demandé leur spécialité, afin de savoir si celle-ci a une influence sur les résultats admis, et ensuite posé des questions sur le temps passé devant un écran,

à préparer une consultation, à écrire un compte-rendu, le temps perdu estimé, le nombre de téléconsultations faites, le ressenti du médecin par rapport aux écrans, etc.

Malheureusement, les données que nous avons recueillies sont difficilement analysables : en ce qui concerne les patients, malgré un nombre de réponses conséquent (plus de 90 réponses pour les consultations, 38 pour les téléconsultations), 90% sont des jeunes de moins de 25 ans, ce qui n'est pas représentatif de la population française. De plus, nous avons eu bien plus de mal à contacter des médecins (une douzaine de réponses) et donc les résultats de ceux-ci sont plus difficilement généralisables. Néanmoins, voici l'analyse que nous pouvons tout de même en tirer.

4. Résultats des questionnaires patients

a) Téléconsultation

D'une part, le sondage a montré que la téléconsultation n'était pas encore une pratique universelle. En effet, 53% des patients disent ne jamais avoir envisagé la téléconsultation (alors que 88% des sondés ont moins de 24 ans). La téléconsultation n'est donc pas encore rentrée dans les mentalités et elle n'est pas encore systématiquement proposée.

Le sondage a aussi permis de mesurer plusieurs effets positifs de la téléconsultation. D'une part, la téléconsultation permet de réduire parfois considérablement le temps de trajet des patients (13% disent qu'ils auraient mis plus de deux heures pour venir à leur consultation). D'autre part, la téléconsultation permet parfois de diminuer l'anxiété causée par l'atmosphère de l'hôpital : parmi les 25 % de patients qui disent ressentir du stress en se rendant sur place chez leur médecin, 38 % trouvent que la téléconsultation permet de réduire cette anxiété.

La plupart des gens n'a pas de problèmes d'accès à la plateforme de téléconsultation. 94 % des patients n'ont pas eu de difficulté à accéder à la plateforme de téléconsultation (il faut noter que 90% des patients ont moins de 24 ans et sont donc sûrement assez technophiles, mais nous avons relevé qu'aucune des 5 personnes les plus âgées n'avait eu de difficulté de connexion). En revanche, la téléconsultation souffre encore de problèmes de réseaux : 17 % des patients disent avoir eu des problèmes de connexion pendant leur téléconsultation.

Les trois-quarts des patients ont fait leur téléconsultation avec un médecin qu'ils n'avaient jamais vu, ce qui rend plus difficile la création d'un lien personnel avec le médecin (la règle qui interdisait cela a été levée pendant le Covid, à cause de l'urgence). 57% des patients trouvent que le dialogue est moins fluide qu'en consultation (et 35% trouvent qu'il est aussi bon qu'en consultation). De plus, plus de 80% des patients ont l'impression que le médecin se rend moins bien compte de leur état lors d'une téléconsultation.

Malgré tout, 73% des patients comptent poursuivre la téléconsultation. Même si la consultation en présentiel reste nécessaire (auscultation, examen physique, dialogue en face à face...), la téléconsultation semble donc adaptée dans certains cas (petites urgences, pré-consultation à l'hôpital pour une opération, rendez-vous de bilan pour les maladies chroniques).

b) Patients en consultation

Contrairement à ce à quoi nous nous attendions, l'ordinateur ne gêne pas vraiment les patients : seuls 7% des patients disent que leur médecin leur semble moins attentif à cause de l'ordinateur. D'après un médecin hépato-gastro-entérologue de la Pitié-Salpêtrière, tout est une question d'équilibre que le médecin doit trouver pour apporter l'attention nécessaire au patient.

Le sentiment que les médecins connaissent bien leurs dossiers médicaux se dégage aussi. Par contre, les patients n'ont pas spécialement l'impression que leur médecin les connaît personnellement.

En ce qui concerne la prise de rendez-vous en téléconsultation ou consultation, on s'aperçoit que la plupart des patients n'ont pas de problème à utiliser les dispositifs proposés par le numérique pour prendre rendez-vous mais il y a un problème de disponibilité des médecins, qui rend la prise de rendez-vous difficile, surtout dans certaines spécialités (dont ORL, gynécologie ou dermatologie).

5. Résultats du questionnaire destiné aux médecins libéraux

Nous avons reçu six réponses de la part de généralistes ainsi que de spécialistes âgés de plus de 45 ans. Premièrement, nous avons voulu évaluer l'éventuelle frustration ou satisfaction des médecins libéraux face à leurs outils numériques. Par exemple, la majorité utilise une plateforme numérique de prise de rendez-vous, exclusivement Doctolib, et passe environ 50% de son temps devant un écran pour ce qui concerne les activités hors téléconsultation, et ne semble pas avoir de soucis notables avec l'utilisation de ces outils. Les répondants passent environ 25 à 50% de leur temps à effectuer des tâches administratives. Le consensus semble être que le numérique facilite ces tâches. Les répondants mettent quelques minutes à préparer une consultation, de 2 min à 10 min, et les résultats ne suggèrent pas une différence notable entre le cas présentiel et le cas distanciel, bien qu'un généraliste ait mentionné une efficacité légèrement augmentée en distanciel. En ce qui concerne la part hebdomadaire de téléconsultations, les psychiatres ont répondu 50%, et les généralistes moins de 10%. En ce qui concerne la patientèle en téléconsultation, les psychiatres ont répondu 25% et 50%, tandis que les généralistes ne voient aucun ou 10% de leur patientèle en distanciel. En effet, cela paraît cohérent, étant donné que la consultation psychiatrique ne comporte pas d'examen physique. D'ailleurs, lorsqu'il n'est pas question d'interagir physiquement avec le patient, les généralistes considèrent qu'il est néanmoins important de voir le patient face à face, alors que les psychiatres, certes moins concernés, pensent que ce n'est pas ou peu nécessaire. Enfin, les médecins de ville mentionnent une interface avec l'hôpital peu fluide. En effet, il semble y avoir un consensus quant au fait qu'obtenir les données de santé des patients qui sortent de l'hôpital pose problème. Ces éléments contribuent à un sentiment que la charge de travail représentée par l'interface ville-hôpital est parfois lourde, voire excessive. Un médecin cite des problèmes de communication dus à l'utilisation majoritaire de canaux officiels (téléphone, mail), au lieu de la messagerie sécurisée MSSanté qui est promue par l'Agence du Numérique en Santé. Globalement, les médecins de ville semblent ne passer que peu de temps sur l'ouverture de plusieurs logiciels (Doctolib, Word, Medimust).

Deuxièmement, nous avons souhaité étudier l'impact du numérique sur la relation humaine lors d'une consultation. Ce sujet est pertinent, étant donné que les répondants passent environ 20% du temps de consultation présente face à un écran. Sans surprise, les psychiatres donnent beaucoup d'importance à la communication non-verbale, tandis que les généralistes n'en donnent que peu. Les avis sont mitigés quant à l'impact du numérique sur la communication non-verbale. Par exemple, en ce qui concerne la téléconsultation, les psychiatres ne mentionnent pas de dégradation notable, contrairement aux généralistes qui donnent pourtant peu d'importance au non-verbal. D'ailleurs, bien que la primo-téléconsultation soit déconseillée par l'HAS, certains médecins pratiquent la primo-téléconsultation. On ne peut cependant pas, dans le contexte de la crise sanitaire, évaluer si les médecins suivent ces pratiques par nécessité ou par préférence. Globalement, les psychiatres trouvent que la téléconsultation a eu un impact positif et même très positif sur leurs conditions de travail, tandis que les généralistes évaluent un impact négatif. De surcroît, les psychiatres considèrent que la consultation distancielle est bénéfique pour la relation soignant-soigné, et comptent la poursuivre à l'avenir, tandis que les généralistes veulent arrêter cette pratique. Pour les psychiatres, il s'agirait de maintenir 25 ou 50% des consultations en téléconsultation, contre 10% pour un généraliste.

6. Résultat du questionnaire dédié aux médecins hospitaliers

En ce qui concerne les médecins hospitaliers, nous avons reçu 7 réponses, ce qui est peu, malgré une diffusion à l'ensemble des médecins de la Pitié Salpêtrière.

Tous les médecins hospitaliers interrogés sont des médecins spécialisés, qui ont une secrétaire (ou un secrétariat). Cependant subsistent de très nombreuses tâches administratives à la charge des médecins (du fait de l'introduction du numérique) comme par exemple la prise de rendez-vous ou les rédactions de comptes-rendus. Les médecins passent entre 5 et 10 minutes à préparer une consultation, ce qui semble beaucoup pour certains et raisonnable pour d'autres. De plus, les outils numériques utilisés ne sont absolument pas optimaux (pas de correction automatique, systèmes de dictée vocale défaillants) et donc il existe une perte de temps considérable. Les sondés proposent d'augmenter le nombre de secrétaires (ce qui semble peu réalisable au vu des politiques économiques actuelles) ou bien d'automatiser certains actes (prise de rendez-vous, demandes d'examen, etc.). Le logiciel en œuvre en Ile de France, ORBIS, est par ailleurs très critiqué, par son manque d'efficacité et ses défaillances techniques (une fois sur 4 selon un sondé) **[Mini-Projet 2]**.

D'autre part, les médecins passent effectivement beaucoup de temps sur leurs ordinateurs, mais, alors que selon les médecins interrogés, cela dégrade tout de même considérablement le dialogue avec le patient, les patients sondés ressentent moins cette dégradation.

Les médecins ne sont pas opposés *stricto sensu* à la téléconsultation mais ils l'utilisent peu, car ils estiment que l'on a trop peu de recul sur cette forme de consultation et sur le ressenti du malade, qui est effectivement pas entièrement positif **[37]**, l'entretien perd de son intérêt.

De surcroît, les médecins hospitaliers ont la particularité de se déplacer souvent dans les différents bâtiments de leur hôpital et en cela, l'ordinateur n'est pas pratique et leur fait perdre beaucoup de temps. Le Dr Trosini nous a proposé de mettre en place des tablettes qui permettraient de s'affranchir d'un poste fixe et de rendre au médecin la mobilité dont il disposait quand les dossiers patients étaient sous forme papier.

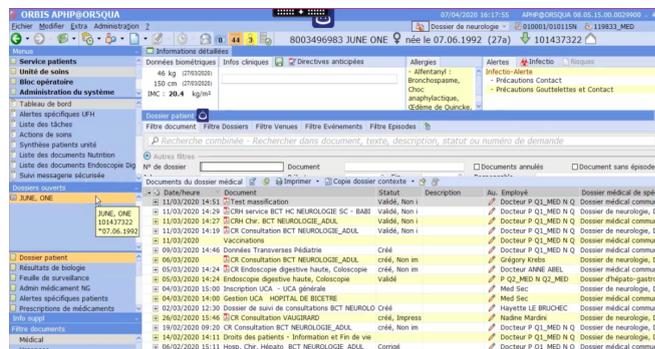
Solution concrète proposée

Les médecins se plaignent parfois du temps que prend l'ouverture des nombreux logiciels qui leur sont nécessaires pour travailler. Mais le PNM (personnel non médical) hospitalier est encore plus impacté. Selon une infirmière en éducation thérapeutique, il y a 5 logiciels à ouvrir, ce qui prend du temps. De même, nous avons vu que l'ouverture d'ORBIS pouvait prendre beaucoup de temps aux médecins qui doivent à chaque fois retrouver le bon site et saisir manuellement leur identifiant. Nous avons donc préparé la mise en place d'un programme qui, en un clic, ouvre tous les logiciels utiles au médecin. Les identifiants sont alors pré-remplis et l'écran se partage automatiquement entre les différentes fenêtres.

Ainsi, l'impact négatif du numérique sur la relation soignant-soigné se manifeste principalement en deux temps. Premièrement, on constate le transfert des prérogatives du secrétariat au médecin, qui doit en plus s'habituer à de nouveaux outils peu ergonomiques, dont les plantages provoquent un allongement du temps de travail. D'ailleurs, le fait de devoir naviguer sur un logiciel complexe lors d'une consultation enlève au praticien le temps de communication plus humaine avec son patient. Cela provoque de la frustration, qui s'est d'ailleurs manifestée dans les remarques du questionnaire dédié aux médecins hospitaliers que nous avons conçu. Deuxièmement, les patients semblent réceptifs à ce phénomène. Ils reconnaissent que certes, les médecins sont très compétents et bienveillants, mais qu'ils sont souvent rivés sur leur ordinateur (différence selon l'âge et la pathologie cependant).

Mini-projet 2 : Amélioration de la visualisation du parcours de soins sur le DPI ORBIS

Le témoignage du Dr. Lévy-Soussan fait ressortir des insuffisances dans le logiciel de Dossier Patient Informatisé ORBIS. En particulier, l'ergonomie du logiciel semble poser problème : les documents du dossier du patient s'affichent comme une succession de lignes sur l'écran, jusqu'à plusieurs dizaines pour les patients complexes et/ou chroniques. Identifier les données importantes parmi des listes denses d'informations se révèle chronophage et usant (voir l'image ci-dessous d'un dossier patient fictif sur la plateforme de formation en ligne *ORBIS et moi*). De même, les nombreux clics nécessaires engendrent des pertes de temps. **(III.1)** Pour certains médecins, une demi-journée de préparation est nécessaire avant une consultation pour prendre connaissance des dossiers des patients d'une journée de consultation [10].



Plus encore, pour le Dr Lévy-Soussan, c'est l'aspect humain du soin qui s'en trouverait affecté : les médecins se trouveraient contraints de garder les yeux rivés sur leur écran en consultation afin d'étudier le dossier du patient, au détriment de la relation patient-soignant... Un autre rapport à l'humanité ici en question via la question de l'ergonomie, est celui de la communication de l'humain (ici le praticien) avec l'outil numérique. Finalement, c'est aussi l'humanité du patient qui est en jeu : dans le logiciel, son histoire médicale et lui-même sont réduits à une liste de lignes de fichiers.

Face à ces enjeux à la fois techniques et humains, le Dr Lévy-Soussan nous a présenté une requête : permettre au soignant d'avoir une vue d'ensemble du parcours de soins du patient au sein de l'AP-HP sous forme de frise chronologique.

Cadre de notre travail : nous cherchons à mettre en place une maquette de visualisation du parcours du patient sous forme de frise chronologique pour le Module Dossier Patient du DPI ORBIS dans sa version utilisée à l'AP-HP. Nous nous intéressons aux besoins des médecins de la Pitié-Salpêtrière.

1. Évaluation et identification précise du besoin

Il nous a fallu évaluer si la requête était partagée par les autres praticiens de l'hôpital, et se pencher sur l'identification claire et précise de leur besoin. Pour ce faire, nous avons réalisé une enquête auprès des praticiens hospitaliers utilisateurs d'ORBIS.

Buts de l'enquête : 1. Évaluation du temps passé à préparer une consultation ainsi que du temps de rédaction d'un compte-rendu, évaluation de la part de ce temps due aux difficultés de visualisation des données du patient sur ORBIS. 2. Recueil de l'avis des médecins sur la capacité d'ORBIS à apporter une vision claire et pratique du dossier patient. 3. Si des difficultés de visualisation sont avérées,

détermination des données que les médecins considèrent comme indispensables pour avoir une vue d'ensemble sur le parcours de soins d'un patient.

Résultats de l'enquête et conclusion (*Questionnaire proposé, mise en œuvre du sondage et synthèse détaillée des résultats : voir Annexe 2.1*) :

- **nuance des difficultés évoquées par le Dr. Lévy-Soussan** : les médecins pointant explicitement une défaillance d'ORBIS sont ceux qui suivent, comme elle, des **patients aux pathologies complexes ou multiples, et sur le long terme**. Cependant, même les médecins dont les patients ont en général un parcours de soins plus simple ont accueillis positivement l'idée d'une frise chronologique, qui constitue donc aux yeux de tous les médecins interrogés un **progrès, au minimum en termes de confort de travail**.

- **le temps de préparation** (à la fois de la consultation et du compte rendu) **varie en fonction de plusieurs paramètres : complexité de la maladie du patient et de sa prise en charge, multiplicité des ses pathologies, durée de son histoire médicale** (notamment temps de préparation plus long pour les patients chroniques), **caractère connu ou non connu du patient** (cas des nouveaux patients). Quantitativement, le temps de préparation moyen (sur les 7 médecins interrogés) minimum est de **16 minutes**, contre **26 minutes** pour le temps moyen maximum.

Or, plus le dossier est complexe, fourni et nouveau, plus il y a de documents à consulter dans ORBIS pour la préparation. Dès lors, on identifie que **l'écart entre les moyennes basses et hautes précédentes (écart de 10 minutes) s'explique en partie par des temps de recherche et d'ouverture de documents du dossier patient sur ORBIS**. D'autres facteurs entrent bien sûr en compte : le temps d'analyse des informations par le praticien, en particulier, sera plus important si la pathologie est plus complexe.

En l'absence d'une étude plus poussée de la part du temps consacrée exclusivement à la recherche et l'ouverture des documents, **on fixe comme objectif qualitativement raisonnable un gain de temps de 3 minutes grâce à la frise chronologique**. Bien sûr, un tel objectif n'a pas valeur de preuve et une analyse a posteriori devra permettre d'infirmer ou de confirmer notre estimation.

Limites de l'étude et pistes pour une étude plus poussée : voir Annexe 2.2

2. Elaboration d'un cahier des charges précis

A la suite de notre enquête auprès des médecins, nous avons établi un cahier des charges exhaustif concernant les fonctionnalités proposées par la frise (voir cahier des charges détaillé en *Annexe 2.3*).

Quelles sont les fonctionnalités générales souhaitées ?

- ❖ l'application doit pouvoir lire les données des DPI stockées dans ORBIS
- ❖ choisir parmi ses patients celui dont il veut faire afficher le parcours de soins
- ❖ afficher la frise chronologique décrivant le parcours de soins du patient, dans la plage de temps souhaitée par le médecin (on souhaite la fixer à 6 mois par défaut)
- ❖ afficher les périodes d'hospitalisation en rouge, les passages aux urgences en orange
- ❖ l'application doit donner le choix des types de documents affichés à l'utilisateur
- ❖ rappeler quelques informations sur l'identité du patient
- ❖ marquer les documents (des types sélectionnés par le médecin) par des événements ponctuels
- ❖ avoir accès à un document situé sur la frise à partir de la frise elle-même

Quels sont les bénéfices potentiels pour les médecins ?

- les médecins pourront passer moins de temps en consultation à regarder leur écran et établir un meilleur contact visuel avec leur patient, ce qui pourrait donc améliorer la relation soignant-soigné, du point de vue du soignant en particulier (d'après le sondage mené par le **mini-projet 1** sur l'impact du numérique sur la relation soignant-soigné, les médecins hospitaliers ressentent une dégradation du dialogue avec le patient du fait du temps passé à regarder l'écran - cependant, les patients, eux, semblent, d'après le sondage, moins sensibles à cet aspect).

- les temps de préparation d'une consultation et de rédaction d'un compte-rendu pourront être réduits puisque les médecins peuvent avoir accès efficacement à une vue d'ensemble du dossier d'un patient et appuyer sur les boutons s'ils souhaitent visualiser certains documents en particulier.

3. Etat de l'art

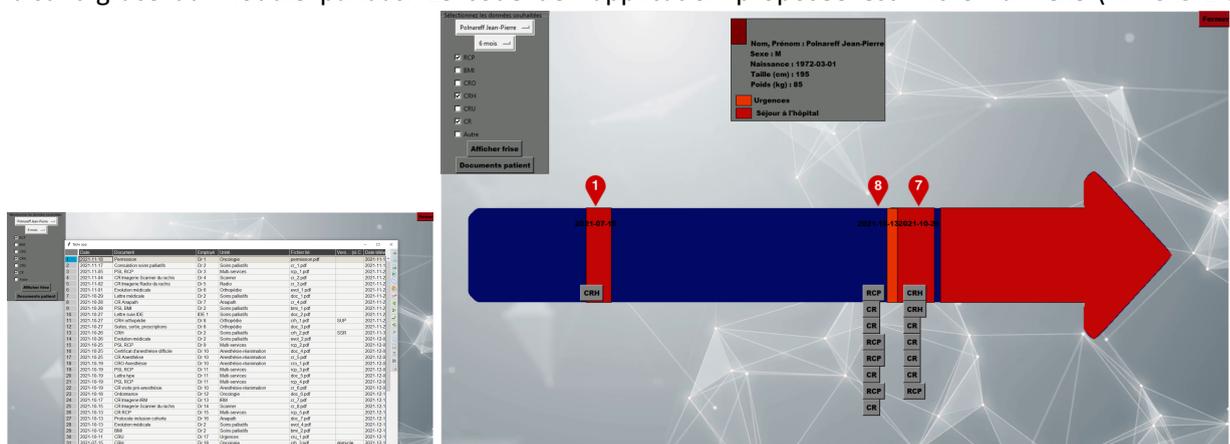
Avant d'éventuellement mettre en place notre propre maquette de frise chronologique de parcours de soins du patient, il nous a fallu étudier si de telles solutions, répondant à notre cahier des charges, n'existaient pas déjà (*voir Annexe 2.4 pour la synthèse bibliographique détaillée*). L'intérêt de telles solutions a déjà été remarqué et a conduit à la mise en application de frises chronologiques de l'histoire médicale du patient (appelées *lifelines*), à la fois pour la recherche et pour le praticien. **Cependant, aucune des solutions identifiées actuellement sur le marché ne permet de répondre totalement à notre cahier des charges** : c'est notamment la clarté de la visualisation des plages de passage à l'hôpital ou aux urgences qui ne sont pas mises en valeur (absence de couleurs), **d'où notre choix de proposer notre propre maquette.**

4. Implémentation

Pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons pas avoir directement accès à des dossiers patient réels stockés sous ORBIS. De plus, la plateforme n'admet pas de fonctionnalité d'export des données. Cependant nous avons pu – sous la supervision du Dr. Lévy-Soussan – observer le fonctionnement d'ORBIS et découvrir à quoi ressemble la structure de données du dossier d'un patient.

Pour implémenter notre solution, nous avons donc construit des dossiers patients fictifs en nous appuyant sur la structure de données observée sur ORBIS. Pour chaque patient de test que nous avons créé, nous lui avons associé un dossier de la forme "Nom Prénom" contenant : un fichier de type texte concernant les allergies du patient, un fichier d'informations générales (nom, prénom, date de naissance...) de type texte, un fichier de type csv qui constitue la base de données de l'ensemble des documents du dossier du patient et l'ensemble des documents en question.

Nous avons pu mettre en place l'affichage des différents éléments de la frise à partir du module Tkinter du langage python (qui permet de développer des interfaces graphiques), l'appel des données se faisant grâce au module pandas. Le code de l'application proposée est mis en annexe (*Annexe 2.5*).



Images : Dossier d'un patient et frise chronologique du parcours de soins d'un patient (date affichée en noir sous chaque insigne rouge - insigne dont le numéro indique le nombre de documents accessibles correspondant à l'événement). Dans la frise, les documents symbolisés en bas par des rectangles gris sont directement accessibles et cliquant sur le rectangle. Le temps de chargement du document lorsque l'on clique dessus est réduit car tous les documents sont chargés par le programme avant l'affichage de la frise (autres images en Annexe 2.6).

5. Moyens de mise en oeuvre de la solution à l'AP-HP

Notre groupe s'est intéressé aux différentes façons de faire remonter notre idée à l'éditeur du logiciel ORBIS. Il existe au sein de l'AP-HP plusieurs clubs d'utilisateurs (*RESO-ORBIS*) – une trentaine au total – dans lesquels des commissions votent pour des propositions d'ajout de fonctionnalités faites par le personnel soignant. Chaque année, environ 1000 requêtes sont transmises à l'éditeur, seulement 1% d'entre elles sont traitées. [14] Au moment de l'écriture de ce rapport, nous n'avons pas encore la certitude que notre mini-projet soit validé par un club d'utilisateurs. Néanmoins, ce dernier a de bonnes chances de recevoir suffisamment de votes, car nous avons déjà codé une maquette.

Il existe deux façons d'interfacer un tel module au logiciel ORBIS. La première consiste à ajouter un bouton au logiciel ORBIS qui ouvre une fenêtre supplémentaire qui correspond à la frise et ses fonctionnalités. Cette méthode a pour avantage d'être facile à implémenter, mais elle contribue à augmenter le grand nombre de fenêtres ouvertes en parallèle, ce dont se plaignent déjà les médecins. La deuxième façon consiste à dédier une zone dans l'interface d'ORBIS dédiée à notre module. On parle d'incrustation en API. Cette méthode demande des modifications fortes chez ORBIS qui doit autoriser une incrustation en API extérieure. [47]

6. Réussites et limites du mini-projet

Le cahier des charges a dans l'ensemble été respecté (*voir Annexe 2.3*), le seul objectif non atteint étant l'affichage du service en cas d'hospitalisation, et du type de sortie de l'hôpital. Cependant nous n'avons pas mis en application les pistes "Pour aller plus loin" du cahier des charges. Ainsi, nous avons pu introduire des catégories de documents essentiels aux médecins (CRH, RCP, CRU...) mais certains documents ne rentrent dans aucun de ces types : les hospitalisations à domicile, les passages en unités de soins palliatifs ou par les services de soins et de rééducation ne sont pas signalés par des documents-types, les noms attribués à ces fichiers sont variés, complexifiant la recherche de mots-clefs, et donc la détermination du type de document. Une amélioration potentielle consisterait à développer une recherche de mots-clefs plus performante, tant dans les noms des fichiers que dans leur contenu.

Le module de lecture de fichiers PDFs que nous utilisons nous a permis de rechercher des dates dans le contenu des fichiers du dossier d'un patient. Ceci a permis de préciser les données inscrites dans ORBIS puisque souvent la date associée à un document n'est pas la date à laquelle il a été rédigé mais sa date d'ajout à la base de données d'ORBIS. Notre projet permet – dans le cas où l'outil de lecture de PDFs arrive à trouver la date de rédaction du document – de corriger ces incohérences en ajoutant une colonne de date dans la structure de données.

Une autre piste d'amélioration consisterait à ajouter à la lecture des fichiers un outil capable de lire une écriture manuscrite (présente dans un certain nombre de scans que les médecins sont aujourd'hui contraints de recopier dans ORBIS).

Enfin, l'évaluation de la réussite du mini-projet nécessite la présentation de notre maquette au Docteur Lévy-Soussan, aux autres médecins interrogés, et aux médecins de la Pitié-Salpêtrière en général. En effet, notre frise chronologique leur est destinée. Nous n'avons pu réaliser cette présentation (par manque de temps), mais nous sommes certains que la soutenance sera l'occasion de recueillir l'avis du Docteur Lévy-Soussan sur notre proposition.

Mini-projet 3 : Application de suivi personnalisé d'un patient pour assurer le lien entre ville et hôpital.

L'analyse menée précédemment a révélé le problème de continuité du suivi entre l'hôpital et la ville. Le travail du personnel médical ne peut pas s'arrêter lors de la déshospitalisation : il doit aussi s'assurer de la santé du patient à son retour à domicile. Il faut donc une interface permettant de transmettre des données sur l'état du patient au personnel hospitalier, qui interviendrait en cas de besoin, en particulier pour les maladies chroniques. Le programme Prado offre un tel suivi pour certaines pathologies afin de limiter les durées d'hospitalisation tout en permettant un suivi constant.

Mais l'étude de ce programme a révélé un écart considérable entre l'offre et la demande. Le nombre de patients éligibles surpasse largement le nombre de patients pris en charge par le programme Prado, qui est à l'heure actuelle très spécialisé et s'intéresse à des domaines particuliers comme la chirurgie, la maternité. Il y a près d'un Français sur trois, soit 20 millions, atteint d'une pathologie chronique (diabète, cancers, maladies cardiaques...) selon l'APHP [46] pour seulement 24 000 accompagnés par le Prado patho-chronique [5]. Par ailleurs, le dispositif PRADO est un système dont les fonctionnalités sont spécifiques à chaque service. Pour des patients souffrant d'une maladie chronique et nécessitant un suivi de la part de médecins de plusieurs spécialités, nous avons réfléchi à une plateforme simple d'utilisation qui permettrait un suivi efficace à l'aide de fonctions de personnalisation notamment.

1. Description du produit et cahier des charges [annexe 3.4]

Grâce à des échanges avec des médecins de l'AP-HP, notamment le Dr Michèle Lévy-Soussan et le Dr Valéry Trosini-Désert, nous avons établi un cahier des charges permettant de définir les fonctionnalités présentes dans l'application. Celui-ci, présent en annexe 3.4, développe les points suivants.

Notre plateforme se décompose en quatre onglets différents. Elle devra différencier les accès en fonction du profil du personnel qui utilise la plateforme (Conseiller d'Assurance Maladie (CAM), personnel médical, proche ou patient). Lors de la création du compte, le patient pourra gérer l'ensemble des paramètres de confidentialité, notamment pour les accès des différentes personnes.

L'application comprend une messagerie sécurisée pour faciliter les échanges. Elle permet un dialogue direct avec le CAM et le médecin traitant, ainsi qu'entre les membres du personnel de soins.

Ensuite, afin de réduire le taux d'absentéisme aux rendez-vous, un agenda regroupera l'ensemble des rendez-vous du patient et lance des rappels au patient. Cet agenda sera synchronisable avec les agendas classiques pour plus de praticité. Nous mettrons à la disposition des patients des informations sur l'intérêt de chaque rendez-vous. Elles sont issues du carnet de suivi de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie dans le cadre de PRADO [33].

Une troisième rubrique regroupe les comptes-rendus et résultats médicaux, synchronisés avec Mon Espace Santé, permettant d'avoir au même endroit toutes les données nécessaires au suivi. Elle proposera également une analyse des résultats et lèvera des alertes en cas de problème.

Enfin, un questionnaire de suivi régulier établi par le médecin en charge du patient [annexes 3.1 et 3.2], à définir lors de la création du compte (par défaut, le médecin traitant), sera envoyé à une fréquence établie par ce même médecin. Un algorithme de traitement des données, fondé sur la détection de mots-clés choisis par le médecin en charge du patient, enverra une alerte par le biais de l'application à celui-ci en cas de réponses anormales. Il pourra alors regarder en détail les réponses au questionnaire pour éventuellement demander à décaler le prochain rendez-vous si nécessaire.

Des questionnaires seront adressés à un proche, si le patient l'autorise, et permettront d'avoir une vision extérieure pour détecter des symptômes extérieurs que le patient n'a pas vus. Les questionnaires sont personnalisables par le médecin afin que le système soit généralisable à tout type de pathologies, le plus efficacement possible. Ils peuvent aussi porter sur l'aspect psychosocial pour entrer en relation avec la personne singulière en tant que sujet, en complémentarité du suivi médical. [11]

2. Comparaison avec les outils déjà existants

Le principe d'une application de communication entre les différents acteurs du parcours de soin a déjà été pensé.

Tout d'abord le nouveau Mon Espace Santé permet une synchronisation du Dossier Médical Partagé pour le patient et l'équipe médicale. Il s'agit d'un carnet de santé numérisé, contenant un calendrier et les résultats d'examens, et non d'une application de télésuivi. Il nous paraît complémentaire de traiter automatiquement les données.

L'entreprise Nouveal a développé l'application Onco'nect [29], solution de télésuivi de l'état clinique des patients en oncologie pour optimiser l'efficacité des traitements. L'application propose des rappels de rendez-vous, des questionnaires personnalisés envoyés au patient avec un déclenchement d'alerte en cas de problème. En revanche, il n'y a pas de traitement des données des examens par l'application, ni de moyen de communication au sein du cercle de soins. Cette solution est un succès mais est spécifique au suivi de cancers. Elle s'ajoute à une série d'applications cumulant plusieurs fois les mêmes documents et informations, contrairement à notre proposition qui propose une synchronisation avec le DMP.

L'application Terr-eSanté est la plateforme numérique régionale de coordination et de partage d'informations mise en place pour résoudre les problèmes de coordination entre ville et hôpital, tout en facilitant la prise en charge. Cependant, il s'agit d'un *cloud* partagé entre acteurs du cercle de soins, sans levée d'alerte ni moyen de communication.

Ainsi, notre solution se veut de regrouper au même endroit et d'améliorer les différentes solutions dispersées qui existent déjà, et ce dans un but de facilitation du travail du soignant et d'amélioration de la qualité du soin.

3. Estimation a priori des apports du produit

Fonctionnalité	Messagerie	Questionnaires	Calendrier et rendez-vous	Stockage et traitement des données	Comptes-rendus
Problèmes auxquels elle répond	Multiplicité des moyens de communication , qui ne sont parfois pas sécurisés (mails, messages etc)		Perte de temps du CAM à passer des appels pour les RDV, fort taux d'absentéisme du patient qui fait perdre du temps à l'équipe médicale	Tâches simples effectuées par le médecin qui pourraient être informatisées, perte de temps à chercher les informations auprès du patient ou dans d'autres logiciels.	Pas de communication entre praticiens, méconnaissance du parcours du patient et des bilans de ses autres RDV
Apports	Un unique moyen de communication entre les différents acteurs du dossier médical.	Meilleur accompagnement, meilleure prise en charge. Traitement plus adapté. Intervention plus rapide en cas de signal d'alerte.	Gain de temps considérable pour les CAM par les RDV en ligne. Nombre de rendez-vous non honorés réduit (divisé par 4 par Doctolib).	Déclenchement d'alertes en cas de résultats hors-normes, réduction des risques lors du retour à domicile. Toutes les données médicales du patient à disposition.	Gain de temps du personnel, visualisation facile du parcours du patient.

4. Financement et bénéfices économiques

Pour justifier le développement d'une telle application à l'échelle nationale, des questions d'ordre économique se posent naturellement.

1) Quel sera le coût du projet ?

Évaluer le coût de développement est complexe en raison de la singularité de l'application par ses besoins particuliers de sécurité, de synchronisation ou de multiplicité des profils.

Mais beaucoup de ses fonctionnalités existent déjà : le profil du patient, le stockage de ses examens, les identifiants de l'équipe médicale [9] et des patients, le calendrier. En termes de serveurs pour stocker les données et de sécurité des données, tout existe déjà. Il ne s'agit donc que d'une extension sans fonctionnalités particulièrement avancées hormis le traitement des données. Il faudra rajouter les identifiants des Conseillers Assurance Maladie (vérifier qu'ils n'existent pas déjà).

En établissant un cahier des charges technique précis [annexe 3.4], nous avons pu estimer le prix de développement de notre application [27] : environ 90 000 euros. En général, le coût de maintenance par an est de 15% du coût de développement, soit 13 500 euros par an [48]. Une enveloppe budgétaire de 160 000 euros couvrira donc le développement et la maintenance les 5 premières années.

2) Comment financer le projet ?

Dans une continuité logique avec son investissement dans le développement du numérique, nous proposons une demande de financement auprès de l'Assurance Maladie. En effet, le projet vient en complémentarité du DMP et en renforcement du PRADO. Le développement du Dossier Médical Partagé (DMP) a nécessité un investissement de 500 millions d'euros, celui de Mon Espace Santé 2 milliards d'euros [28]. L'enveloppe budgétaire nécessaire demandée est faible par rapport à ce budget.

3) Quels seront les bénéfices économiques ?

L'application permet des économies sur différents points :

- Les rappels de rendez-vous permettent une baisse de l'absentéisme. Or aux Etats-Unis, les rendez-vous ratés coûtent environ 130 milliards d'euros (150 en dollar) par an [31]. En estimant que la part de ces dépenses dans le total des dépenses est la même, on peut estimer le coût en France à environ 11 milliards d'euros. [30]

Un patient n'honore pas son rendez-vous parce qu'il a oublié, dans 40% des cas, ce qui représente 4,4 milliards d'euros. Bien que notre système ne s'applique qu'à une sélection de patients, et ce chiffre n'étant qu'une estimation très approximative, on comprend bien les bénéfices de la fonctionnalité des rappels.

- L'ensemble des fonctionnalités et le regroupement des informations permet un gain de temps à la fois pour le personnel médical et pour le CAM. Cela permet une plus grande efficacité et la prise en charge de patients supplémentaires.

- Un suivi plus régulier permet un traitement plus adapté. C'est pour cette raison que l'application Onco'nect affirme faire économiser de 20 000 à 50 000 euros par an aux traitements chimiothérapeutiques [29]. Nous n'avons aucun moyen de vérifier cette valeur, issue de données mises en avant par une entreprise à des fins commerciales, mais il est cohérent qu'un traitement plus approprié permettra des économies.

4) Limites du projet et problèmes

Ce projet rencontre des obstacles concrets. Il requiert un travail de la part des services médicaux pour élaborer les questionnaires et paramétrer l'ensemble du suivi, en particulier les seuils d'alerte. Cela n'est nécessaire qu'une fois pour l'ensemble des patients d'un service qui seront suivis mais cet effort pour initialiser le programme peut être un obstacle à son utilisation. Nous n'avons pas pu demander à des médecins s'ils seraient prêts à le faire. Une fois ces questionnaires mis en place, il faut que le patient soit capable d'utiliser cette technologie, et qu'il y réponde. Or l'implication du patient diminue au cours du temps [12]. S'il est stressé ou hypocondriaque, le patient peut répondre de manière alarmante alors qu'il va bien. Le système d'alertes sera faussé.

Finalement, notre application de suivi répond à un réel besoin, tant des patients que de l'équipe de soins. Simple d'utilisation et efficace par sa personnalisation, elle comble les manques des applications déjà existantes et facilite le travail du personnel soignant et la communication entre ville et hôpital. Le gain de temps et le gain d'efficacité qu'elle offre assurent le succès à venir si l'application venait à être implémentée.

Mini-projet 4 : Appairage de médecins pour réduire les déserts médicaux

1. Motivation de l'étude :

En France métropolitaine, près de 5,5 millions de français n'ont pas de médecin traitant, dont la moitié se trouve en incapacité d'en trouver. En Île-de-France plus précisément, 1,8 millions de personnes se trouvent dans un désert médical : ils consultent moins de 2,5 fois par an, leur pharmacie la plus proche est à plus de dix minutes de trajet motorisé et l'accès aux urgences à plus d'une demi-heure. Ceci pose un vrai problème dans l'égalité d'accès au soin sur le territoire. [50]

Nous avons remarqué à travers la présentation de Sophie de Chambine que le volume horaire des téléconsultations à l'échelle nationale est constant depuis la crise Covid. Ainsi, le temps qu'un médecin assigne à la téléconsultation dans sa journée est en moyenne constant (varie entre 0 et 15%, pour une moyenne de 10% dans la médecine générale). [51]

Or, dans la perspective de résorber les déserts médicaux, il paraîtrait judicieux d'allouer ce temps dédié aux consultations aux patients les plus isolés géographiquement de l'offre de soin. Cependant, la téléconsultation nécessite une bonne connexion internet (>30 Mbytes/s) et donc son accès à travers le territoire est dépendant de la couverture réseau. D'où la nécessité de coupler les données d'accès à l'offre de soin et d'accès au réseau Internet afin d'identifier les populations pour lesquelles une téléconsultation serait la plus à même de soulager les problèmes des déserts médicaux.

Dans cette optique, rediriger les populations des zones médicalement désertes vers les territoires en sur-offre, via la téléconsultation, est une manière de résorber les déserts médicaux. Ainsi, l'établissement d'une liste de binômes de villes (une en sur-offre, une en sous-offre) est un premier pas vers la redirection efficace des patients.

C'est une première étape vers un programme complet d'affectation des malades les plus éloignés vers des médecins de ville (par exemple un module de Doctolib). Transmise à l'Assurance Maladie, elle permet également la mise en place d'un système de double prise en charge de chaque patient par un médecin traitant et un médecin e-traitant qui assure les téléconsultations.

2. Solutions déjà existantes :

Quelques mesures d'incitations financières ont déjà été prises pour inciter les médecins à repeupler les déserts médicaux. Par exemple :

- un bourse de 50 000 euros décerné à chaque généralistes s'installant pour 3 ans dans une ZIP (zone d'intervention prioritaire)
- Une bourse de 1 200 euros par mois pendant l'externat pour 5 ans d'exercice en ZIP.

Cependant, même si les effets globaux ne sont pas encore mesurables, faute de recul, les données actuelles montrent que ces mesures n'ont pas eu d'impact suffisant sur les territoires concernés car la nature du problème n'était pas financière (en effet, ce sont des zones où le médecin est en surcharge de travail), mais bien un réel problème d'attractivité du territoire (insécurité, travail du conjoint...). Aussi, les stratégies d'affectation coercitive ont rencontré un véritable phénomène de contournement par les étudiants ou de refus d'exercer.

La crise Covid a également fait réfléchir sur l'utilisation de la téléconsultation pour pallier ces problèmes. Elle a permis la généralisation de la téléconsultation et le Ségur numérique veut redéfinir les pratiques des généralistes pour les orienter vers la téléconsultation en couvrant leur frais

d'équipement (webcam, ordinateur, installation réseau etc...). Notre offre prend donc directement appui sur ce Ségur. [52]

En revanche, aucun des programmes de téléconsultation actuels ne met en place de stratégie pour s'attaquer aux problèmes des déserts médicaux.

3. Solution technique proposée :

A partir de données de l'Insee [53], nous avons établi une liste permettant le transfert, par la téléconsultation, de patients des communes peu fournies en médecins vers celles qui présentent un surplus par rapport à la moyenne régionale.

Le but est d'établir dans les déserts médicaux un trio médecin traitant, médecin e-traitant et patient. Le patient voit alors son médecin traitant pour les visites nécessitant un examen clinique, et toutes les visites secondaires (maladies ponctuelles bénignes type rhume ou grippe, certificats médicaux, renouvellement d'ordonnance) sont déléguées au médecin e-traitant. Ainsi, le médecin traitant dans le désert médical peut élargir sa patientèle grâce à l'apport du médecin e-traitant, ce qui permet de répondre à la demande dans les zones non desservies. Des infirmières présentes dans les zones désertifiées pourront également améliorer la qualité de la téléconsultation en prenant toutes les mesures médicales (généralisation du programme IDOMED déjà mis en application).

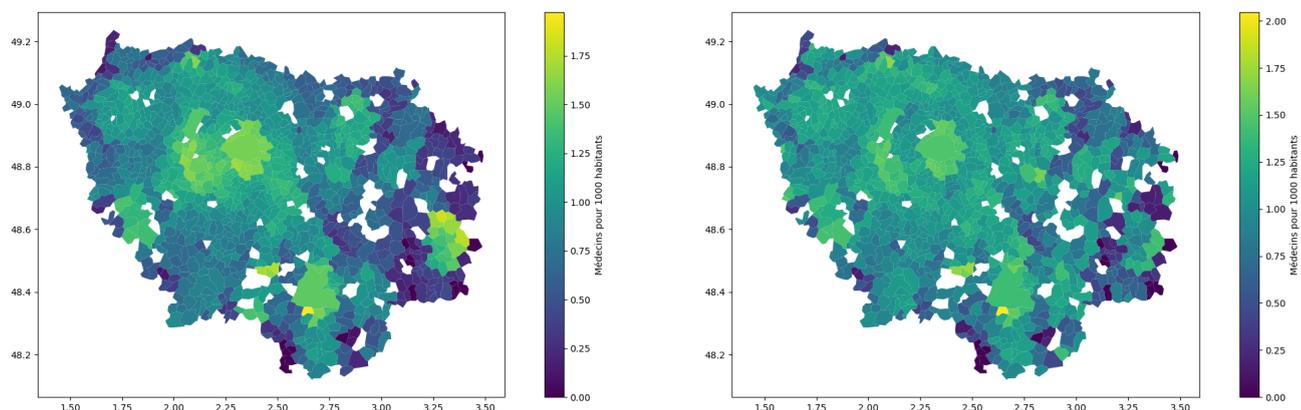
La constitution de cette liste a été réalisée avec un algorithme de tri codé par nos soins (annexe 4.2). Celui-ci calcule la densité de médecins par habitant dans chaque commune (en prenant en compte un rayon de dix kilomètres à la ronde) et met alors en relation les communes possédant une offre et une demande qui se compensent. Il est important de préciser qu'une commune en sur-offre voit son surplus pondéré par le temps de téléconsultation (il faut allouer le temps de téléconsultation du médecin aux malades de la commune appariée et non augmenter le temps de téléconsultation du médecin déjà existant). Cela produit ainsi des paires entre les communes les plus à même de répondre aux besoins des autres.

Pour parvenir à cet algorithme, il a fallu d'abord regrouper les données provenant des différentes sources et donc fournir un travail d'agrégation des données (annexe 4.1). Nous avons ainsi exploité les fichiers regroupant l'ensemble des coordonnées de tous les cabinets de généralistes de France, la population par commune, et la couverture réseau par commune que nous avons agrégés grâce aux codes Insee de chaque commune. Nous avons produit une liste pour l'Île-de-France ; l'étendue à l'ensemble du territoire ne nécessite aucune adaptation de notre programme (car les données sont déjà présentes) mais simplement un temps de calcul supplémentaire.

Cette liste a alors été transmise à Doctolib afin qu'ils puissent la prendre en compte dans leurs algorithmes de proposition de médecins télé-consultants, qui jusqu'alors ne prenaient en compte que les critères géographiques (mais alors, pourquoi prendre une téléconsultation avec le médecin le plus proche de chez soi ?). De même, cette solution a été exposée au Ministère des Solidarités et de la Santé qui nous a proposé de le tester à l'échelle locale.

4. Impact de l'étude :

Notre algorithme nous a alors permis de calculer l'impact qu'aurait un tel système de triple prise en charge sur la région Île de France. La première carte (calculée par l'annexe 4.3) montre les déserts médicaux recalculés à partir des données de l'Insee. La deuxième carte montre l'effet de la redistribution de la demande de l'offre de soin par le système de la double prise en charge. L'échelle de couleur indique le nombre de médecins pour 1000 habitants.



On remarque ainsi que la mise en place du système de double prise en charge permettrait une réelle homogénéisation de l'offre de soin à travers l'Île de France et permettrait d'atténuer les déserts médicaux, particulièrement dans les communes aux limites de la région, donc celles les plus éloignées de l'offre de soin. Statistiquement, cela se traduit par une réduction de l'écart type du nombre de médecins par habitant en Île de France de 30%, ce qui est très significatif.

En tout, cela permettrait de rediriger l'offre de soin pour près de 700 000 personnes et ainsi réduire d'au moins 25% le nombre de personnes sans médecin traitant en Île-de-France (actuellement de 1,8 million), ce qui représente une contribution majeure à la réduction des déserts médicaux.

Exemple de liste de communes appareillées entre elles :

	Commune E-traitant	Commune desertifiée	Insee_E_Traitant	Insee_E_Aide
0	Bransles	Provins	77050	77379
1	Château-Landon	Chatou	77099	78146
2	Chenou	Antony	77110	92002
3	Égreville	Bagneux	77168	92007
4	Maisoncelles-en-Gât	Vulaines-lès-Provins	77271	77532
5	Souppes-sur-Loing	Créteil	77458	94028
6	Gironville	Le Port-Marly	77207	78502

5. Limites de l'étude :

Notre travail a naturellement été limité par les données qui étaient à notre disposition. Ainsi, une redirection aurait été plus pertinente si elle avait pris en compte le type de malade en fonction des régions et s'était également étendue aux spécialistes sur le territoire mais ces données n'étaient pas publiques pour des raisons de respect de la vie privée des patients.

L'absence de données sur les profils types des patients nous a également conduit à faire des hypothèses de modélisation qui peuvent fausser les résultats dans la pratique. Ainsi, nous avons été obligés de recourir à des moyennes (temps moyen d'une téléconsultation, patientèle moyenne d'un généraliste), ce qui peut produire des problèmes dans le cas de médecins très éloignés de la moyenne. Ainsi, la donnée précise du nombre de patients pris en charge par chaque médecin, et même de leur localisation géographique aurait suffi à assurer une redirection plus efficace.

Notre travail est également limité par des critères juridiques qui restreignent la pratique de la téléconsultation. Ainsi, il faut avoir vu son médecin e-traitant dans les six mois précédant la première

téléconsultation pour bénéficier du remboursement par l'Assurance Maladie. Une extension de ce délai permettrait une mise en place plus facile de notre solution technique. Il faudrait également introduire une pondération géographique dans l'algorithme qui relie les communes entre elles afin de considérer ce critère.

Une prise en compte plus précise des frontières géographiques véritables au sein de l'Île de France et des zones enclavées (par exemple, passage du périphérique pour la Seine Saint-Denis) aurait permis une redéfinition plus précise de la densité de médecins par habitant en fonction du temps de trajet et non de l'éloignement simple. Ceci n'a pas pu être pris en compte à cause de limitations techniques.

6. Réaction des acteurs :

Notre travail a suscité la réaction de plusieurs personnels acteurs de la santé au sein de la région Île de France.

Un administrateur de la CPTS pôle 13 (Communauté Professionnelle Territoriale de Santé) est sceptique, il met en garde contre des dérives possibles liées au suivi par téléconsultation et dénonce l'absence de véritable politique d'investissement public afin d'installer physiquement des médecins dans ces zones. Cependant la mise en place du duo médecin, médecin e-traitant limite ces effets négatifs car le médecin téléconsultant dispose de l'expertise du médecin traitant et une relation est instaurée par le fait qu'il traite les mêmes patients sur la durée.

Un médecin généraliste, également journaliste au Guide Santé, nous a fait part de ses réserves générales sur les acteurs privés dans le monde de la santé, par exemple Doctolib, et nous a enjoint à nous diriger vers les institutions publiques. Sa réponse était cohérente avec notre volonté initiale de transmettre notre liste à l'Assurance Maladie en vue de généraliser les appairages de médecins, et a accéléré notre prise de contact avec Alexandre Farnault, chargé de la mission Parcours et autonomie au sein du Ministère de la Santé.

Ce dernier trouve intéressant une approche ciblée de l'offre de soin qui prend en compte les populations sur le territoire et nous a mis en relation avec les **acteurs compétents en vue d'implémenter localement notre solution**, et ainsi de faire un lien par la téléconsultation entre les médecins de plusieurs communes choisies d'Île de France.

Conclusion

En définitive, selon nos calculs, la mise en relation des communes des déserts médicaux avec celles présentant un surplus d'offre grâce à un système de double prise en charge des malades, médecins traitants et médecins e-traitants, permettra d'opérer une véritable homogénéisation de l'offre de soin à travers la région Île de France. Ainsi, une fois une phase de test locale effectuée sur quelques communes d'Île de France, près de 700 000 personnes en bénéficieront au sein de la région Île de France, ce qui permettra une diminution de 25% du nombre de personnes non prises en charge actuellement.

Conclusion générale

En définitive, à la lumière des conférences auxquelles nous avons assisté et après avoir analysé la place du numérique dans le système de santé, les possibilités offertes et les problèmes soulevés, nous avons pu nous pencher sur des projets plus précis et plus concrets pour répondre aux demandes du docteur Lévy-Soussan.

Dans un premier temps, une enquête réalisée auprès des différents acteurs a permis de mettre en lumière et de quantifier plus précisément les inquiétudes soulevées dans les témoignages reçus au long des conférences. Nous avons montré que la présence du numérique dans les soins médicaux et en particulier en téléconsultation interroge l'importance de la relation soignant-soigné. Sont apparus les manques suivants : la difficulté rencontrée par les médecins dans l'utilisation des logiciels déployés, qui conduit à proposer le mini-projet 2 ; la nécessité d'établir un lien fort entre médecine de ville et médecine hospitalière, qui justifie l'élaboration du troisième mini-projet ; enfin, la notion de désert médical est apparue dans certains témoignages, incitant la mise en œuvre du mini-projet 4. Plus encore que de guider nos mini-projets et les ancrer dans un besoin réel, ce premier travail a mis en lumière l'importance cruciale de la relation humaine dans la relation soignant-soigné, dimension qu'il nous apparaît donc important de conserver dans nos projets suivants.

Alors, nous nous sommes penchés sur le logiciel ORBIS, partant du questionnement direct du docteur Lévy-Soussan et des résultats du mini-projet 1. Ce logiciel ne permet pas de visualisation rapide et efficace du parcours de soins du médecin. Pour limiter le temps passé à rechercher les informations nécessaires, nous avons proposé la mise en place d'une frise chronologique, dont la maquette a été présentée dans le premier mini-projet.

Puis, le numérique offre une possibilité de meilleure continuité du suivi du patient entre la ville et l'hôpital. Nous avons proposé le développement d'une application de suivi des patients à maladie chronique. A travers cette application, le numérique permet ainsi une plus grande proximité entre le patient et son équipe médico-sociale.

Enfin, le problème des déserts médicaux pourrait être réduit grâce aux plateformes de téléconsultations et à la télémédecine. Nous avons analysé dans le quatrième mini-projet la question du manque de médecins traitants et proposons une solution de plateforme de médecine à distance.

Par ces travaux, nous souhaitons améliorer le système de santé, en particulier par une exploitation plus efficace des opportunités du numérique, afin d'offrir des soins de meilleure qualité, plus efficaces et accessibles à tous. Les possibilités sont vastes mais l'usage doit être adapté à une médecine humaine et technique, extrêmement sollicitée, encore plus dans cette période de crise sanitaire.

Remerciements

Nous souhaitons remercier tous les conférenciers pour l'éclairage qu'ils nous ont apporté sur l'utilisation du numérique en santé. Merci d'avoir pris le temps de vous entretenir avec nous, de nous avoir partagé vos connaissances et votre expérience ! Merci tout particulièrement au Docteur Michèle Lévy-Soussan pour sa disponibilité et son investissement dans notre MIG, sans qui il n'aurait pu avoir lieu.

Nous tenons également à remercier nos encadrants tout au long du MIG Daniel ABERGEL, Mickaël BASSON, Alain BESSIS et Frédéric KLETZ.

Bibliographie

Conférences du MIG

- [1] Dr Michèle Lévy-Soussan, “Numérisation du système de santé”, Lundi 15 novembre 2021, Paris
- [2] Brigitte Seroussi, “La genèse du dossier patient informatisé”, Lundi 15 novembre 2021, Paris
- [3] Alexandre Farnault, “Dynamiques organisationnelles, partenariales et financières en SI santé : regard d’un régulateur”, Mardi 16 novembre 2021, Paris
- [4] Dr Marie Hully, “Programme Télémédecine, Polyhandicap Enfants : mise en place d’un programme régional de téléconsultations entre secteurs sanitaire pédiatrique et médico-social”, Mardi 16 novembre 2021, Paris
- [5] Dr Anne-Claire Haye, “Adaptation de l’Assurance Maladie à la crise sanitaire : exemple des programmes PRADO à Paris”, Mercredi 17 novembre 2021, Paris
- [6] Dr Sophie de Chambine, “La téléconsultation : l’exemple d’un changement de pratiques médicales à l’épreuve de la crise sanitaire. *Qu’avons-nous appris ? Qu’en reste-t-il après ? Les questions pour la suite ?*”, Jeudi 18 novembre 2021, Paris
- [7] Frédéric Kletz, “Gestion et santé : le financement de la médecine”, Jeudi 18 novembre 2021, Paris
- [8] Daniel Szeftel, “Essor de la télémédecine et de l’IA dans un système de soins post-Covid”, Jeudi 18 novembre 2021, Paris
- [9] Christelle Rejou, “Télémédecine et crise Covid - Un déclic à l’adoption de nouvelles pratiques”, Vendredi 19 novembre 2021, Paris
- [10] Dr Valéry Trosini-Desert et Dr Michèle Lévy-Soussan, “Dossiers Médicaux Informatisés DMI : incidences sur les pratiques en santé - témoignages de médecins usagers du DMI”, Vendredi 19 novembre 2021, Paris
- [11] Franck Manzoni, “Le patient partenaire, un acteur du système de santé favorisant la guidance d’une prise en soins humanisée”, Lundi 22 novembre 2021, Paris
- [12] Pr David Grabli, “e-santé et objets connectés en neurologie : quelle place pour le patient ?”, Lundi 22 novembre 2021, Paris
- [13] Brigitte Seroussi, “Aide à la prise de décisions : quel diagnostic ? Quel traitement ?”, Mardi 23 novembre 2021, Paris
- [14] Nathalie Picquet, “Immersion avec les équipes de la DSI du Groupe Hospitalier : retour d’expérience Covid”, Mercredi 24 novembre 2021, Paris

Sources diverses

- [15] Bhargava, H. K., & Mishra, A. N. (2014). Electronic Medical Records and Physician Productivity : Evidence from Panel Data Analysis. *Management Science*, 60(10), 2543-2562. Disponible sur <https://www.jstor.org/stable/24550929>
- [16] McKinney, S.M., Sieniek, M., Godbole, V. et al (2020). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature* 577, 89–94 (2020). Disponible sur <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1799-6>
- [17] J. Logan, P. Kennedy, D. Catchpool (2021). The Untapped Social Impact of Artificial Intelligence for Breast Cancer Screening in Developing Countries: A Critical Commentary of DeepMind. *Innovations in Digital Health, Diagnostics, and Biomarkers*, 1 (2): 29–32. Disponible sur <https://doi.org/10.36401/IDDB-20-07>
- [18] Site web du Health Data Hub. Disponible sur <https://www.health-data-hub.fr/>
- [19] I. Coston (2019). Intelligence artificielle : une aide au diagnostic pour les médecins. *Santé Magazine*. Disponible sur : <https://www.essentiel-sante-magazine.fr/sante/innovation/intelligence-artificielle-une-aide-au-diagnostic-pour-les-medecins>
- [20] Assistance Publique – Hôpitaux de Paris. (Consulté le 2 décembre 2021). Histoire et présentation de OPHDIAT®. Disponible sur <http://reseau-ophdiat.aphp.fr/histoire-et-presentacion-de-ophdiat/>
- [21] SESAN (Consulté le 2 décembre 2021). ANTARES. Disponible sur <https://www.sesan.fr/services/antares>
- [22] Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Évaluation et des Statistiques. (2020). *Études et résultats* (n°1162).
- [23] Caisse nationale d'Assurance Maladie. (Consulté le 2 décembre 2021). Dépistage de la rétinopathie diabétique. Disponible sur <https://www.ameli.fr/orthoptiste/exercice-liberal/prise-charge-patients/depistage-retinopathie-diabetique>
- [24] Jetsan 2021, Quelles pratiques de télésurveillance de maladies chroniques dans les espaces à dominante rurale peu densément peuplés ?, Voilmy D., Guichard R., Olivier M., Tellier V., Schoevaerdt D., Novella J.-L.
- [25] Assemblée nationale (2020). Rapport d'information sur l'impact, la gestion et les conséquences dans toutes ses dimensions de l'épidémie de Coronavirus-Covid 19
- [26] Smelcer, J. B., Miller-Jacobs, H., & Kantrovich, L. (2009). Usability of Electronic Medical Records. *Journal of Usability Studies*, 4(2), 70-84. Disponible sur https://www.researchgate.net/publication/284481211_Usability_of_Electronic_Medical_Records
- [27] Site web-costing : <https://www.web-costing.com/>
- [28] https://esante.gouv.fr/sites/default/files/media_entity/documents/DOSSIER%20DE%20PRESSE%20OINT%20PRESSE%2029%2004-IMP.pdf
- [29] Onconnect. <https://www.nouveal.com/references/onconnect>
- [30] Dépenses publiques en santé. <https://fr.countryeconomy.com/gouvernement/depenses/sante>
- [31] J. Gear (2017). Missed appointments cost the US HealthCare system 150\$ each year. *Health Management Technology*. Disponible sur <https://www.scisolutions.com/uploads/news/Missed-Appts-Cost-HMT-Article-042617.pdf>
- [32] Nouveal, Fiche produit de e-fitback, 2019. Disponible sur <https://www.nouveal.com/wp-content/uploads/2021/11/Nouveal-Fiche-metier-CAIH.pdf>
- [33] Assurance Maladie, Mon carnet de suivi après mon hospitalisation, PRADO. Disponible sur https://www.ameli.fr/sites/default/files/Documents/622930/document/prado_personnes_agees_-_mon

_carnet_de_suivi_assurance-maladie.pdf?fbclid=IwAR37xtYWmQs7HzUHfaYlu6l3FWdUUWkSjv6g9ZBU5Xd2L5l2IKud-QuN6-w

[34] Henri Isaac, Renaissance Numérique, (sept 2014), *D'un système de santé curatif à un modèle préventif grâce aux outils numériques*, disponible sur

https://www.renaissancenumerique.org/ckeditor_assets/attachments/55/lb_sante_preventive_renaissance_numerique_1.pdf

[35] Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques - DREES (2020), *Comparaisons internationales de la dépense courante de santé et du reste à charge*, disponible sur

<https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2021-01/9%20Comparaisons%20internationale%20de%20la%20d%C3%A9pense%20courante%20de%20sant%C3%A9%20et%20du%20reste%20%C3%A0%20charge.pdf>

[36] Vincent Fagot (20 mai 2021), « Les ambitions dévorantes de Doctolib », Le Monde.fr,

[37] Rapport Harris sur les français et la TLC (évolution au cours de la crise covid) disponible sur :

<http://harris-interactive.fr/wp-content/uploads/sites/6/2020/12/Rapport-Harris-Les-Franc%CC%A7ais-et-la-te%CC%81le%CC%81consultation-Vague3-Livi.pdf>

[38] Numérique dans la relation patient-soignant :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001407921002132>

[39] Nombre de français sans médecin traitant, Le Parisien janvier 2020

<https://www.leparisien.fr/economie/assurance-maladie-5-4-millions-de-patients-n-ont-pas-de-medecin-ttraitant-09-01-2020-8232696.php>

[40] HAS (2019). Numérique : Quelles (R)évolution, rapport d'analyse prospective, disponible sur

https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-07/rapport_analyse_prospective_20191.pdf

[41] HAS (2019), Téléconsultation et téléexpertise : guide de bonnes pratiques, disponible sur

https://www.has-sante.fr/jcms/c_2971632/fr/teleconsultation-et-teleexpertise-guide-de-bonnes-pratiques

[42] Ministère des Solidarités et de la Santé (2021). *Téléconsultation et Covid-19 : qui peut pratiquer à distance et comment ?*, disponible sur

<https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-infectieuses/coronavirus/professionnels-de-sante/article/teleconsultation-et-covid-19-qui-peut-pratiquer-a-distance-et-comment>

[43] Odoxa (2020 - 2021). "Baromètre de la Télémédecine", disponible sur

<http://www.odoxa.fr/sondages/barometre-telemedecine/>

[44] Direction de la Recherche, des Etudes et de l'Evaluation et des Statistiques (DREES), Rapport 2020, disponible sur <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2021-07/RA-2020.pdf>

[45] Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM), rapport 2017, "Améliorer la qualité du système de santé et maîtriser les dépenses", disponible sur

https://assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/2017-07_rapport-propositions-pour-2018_assurance-maladie_0.pdf

[46] ComPaRe, Communauté de Patients pour la Recherche, organisme de l'AP-HP, "Les maladies chroniques", disponible sur <https://compare.aphp.fr/l-etude/liste-maladies.html>

[47] Entretien téléphonique avec un responsable du service commercial et marketing d'une solution de visualisation des dossiers patient sous forme de frise chronologique déjà commercialisée, (1er décembre 2021).

[48] Axiocode (2018). Tout comprendre sur la digitalisation de mon application. Disponible sur :

<https://www.axiocode.com/maintenance-application-mobile/>

[49] CNIL

<https://www.cnil.fr/fr/fuite-massive-de-donnees-de-sante-comment-savoir-si-elle-vous-concerne-et-que-pouvez-vous-faire>

[50] MANGENEY, Observatoire Régional de Santé (ORS) Ile-de-France. (2018). *Les déserts médicaux en Ile-de-France*

[51] NYS, J-F, CAIRN, *La télémédecine, simple évolution ou véritable révolution dans le système de santé français*. l'Harmattan.

[52] Assurance Maladie, Avenant 9 : un texte pour mieux prendre en compte les besoins mis en lumière pendant la crise. Disponible sur

<https://www.ameli.fr/exercice-coordonne/actualites/avenant-9-un-texte-pour-mieux-prendre-en-compte-les-besoins-mis-en-lumiere-pendant-la-crise>

[53] Insee, plateforme ouverte des données publiques française. Disponible sur

<https://www.data.gouv.fr/fr/>

ANNEXES

Annexe 2.1 Enquête auprès des médecins

Questionnaire utilisé :

Sondage Numérique en santé

ORBIS - Visualisation des données patients et du parcours de soins

Nous sommes étudiants à l'Ecole des Mines de Paris et dans le cadre de notre projet ingénieur, nous cherchons à évaluer l'impact de l'utilisation des outils numériques en santé.

Vous trouverez ci-dessous un questionnaire à destination des médecins hospitaliers sur la visualisation des données patients à l'aide du logiciel ORBIS.

Merci beaucoup pour votre aide !

1. Combien de temps passez-vous à préparer une consultation à l'aide d'ORBIS ?
2. Combien de temps passez-vous à préparer et rédiger un compte rendu de consultation ?
3. Jugez-vous ORBIS suffisamment pratique d'utilisation pour avoir rapidement une vue d'ensemble du parcours de soins d'un patient ?
 Oui
 Non

Vous pouvez ici préciser pourquoi :

Nous souhaitons proposer un outil de visualisation globale du parcours de santé d'un patient sur ORBIS sous la forme d'une frise chronologique décrivant une période du parcours patient. L'intérêt principal de cet outil serait de simplifier la préparation des consultations et la rédaction des comptes rendus par les médecins.

4. Quel est votre avis sur cette idée ?
5. Sur quel laps de temps souhaiteriez-vous que la frise soit affichée (on pourra ensuite faire un zoom sur une période plus courte ou au contraire élargir la période représentée) ? Exemple : sur les 6 derniers mois.
6. Quel(le)s documents/informations essentiel(le)s souhaiteriez-vous voir apparaître

prioritairement sur la frise chronologique pour bien visualiser le parcours de santé du patient ?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Merci beaucoup d'avoir participé à notre sondage ! Avez-vous des remarques à nous partager ?

Mode opératoire : Nous avons réalisé un questionnaire commun avec le groupe du mini-projet 4 à destination des médecins hospitaliers. Le questionnaire présenté ci-dessus correspond à la partie du questionnaire commun qui concernait notre mini-projet en particulier. Avec le groupe 4, nous avons créé le sondage sous la forme d'un document Google Forms (version en ligne, 4 réponses pour la partie du questionnaire spécifiquement sur ORBIS) envoyé aux médecins de la Pitié-Salpêtrière. En parallèle, nous avons créé une version papier du sondage. Avec ces questionnaires papier, Boris et Inès sont allés à la Pitié-Salpêtrière le lundi 29 novembre après-midi pour interroger les médecins. Le Dr Lévy-Soussan nous a emmené dans l'espace dédié aux consultations (de plusieurs spécialités médicales), et avec son aide nous avons pu présenter notre projet à certains des médecins entre deux de leurs consultations, et les interroger avec notre questionnaire. Certains ont préféré le remplir eux-mêmes, pour d'autres nous posions les questions à l'oral et nous prenions en note leurs réponses nous-mêmes. En une demi-journée, les médecins étant très pris, nous avons recueilli 3 témoignages de médecins (en médecine interne pour l'un, en maladies infectieuses pour un autre et en hépatologie et gastro-entérologie pour un dernier). Nous avons aussi pu recueillir la réponse d'une infirmière en éducation thérapeutique.

Synthèse détaillée des réponses obtenues :

Abréviations présentes dans le tableau : **B** : bien, **BMI** : bilan médical initial, **C** : Consultation, **CR** : compte rendu, **CRH** : compte rendu d'hospitalisation, **CRO** : compte rendu d'opération, **CRU** : compte rendu des urgences, **USP** : Unité de Soins Palliatifs, **RCP** : réunion de concertation pluridisciplinaire, **SSR** : Soins de Suite et de Réadaptation, **TB** : très bien

Spécialité du praticien interrogé	Temps de préparation des C	Temps de préparation des CRC	ORBIS suffisamment pratique pour avoir une vue d'ensemble du parcours ?	Avis sur l'idée de frise chronologique	Plage temporelle à afficher par défaut	Informations essentielles à faire apparaître
(1) Hépatologie	10 min	20 min	Oui	TB	1 an	Résultats d'examen, C de suivi

(2) Neurologie	secrétaire	10 à 15 min, trop	Non, en particulier pour les malades lourds (trop de lignes), redondances aussi (BMI, CRH, antécédents)	TB	1 an	CRH, C
(3) Hématologie	environ 5 min (récupération des bilans et action de les coller dans le CR)	Patient connu : 2 min Nouveau patient : 10-20 min	Oui	B pr patients cplxes, dans la plupart des cas moins utile	6 mois	C, Hospitalisations, Bilans biologiques, Nouvelles ordonnances
(4) Médecine interne	si patient longue hist. med. : 15-20 min ; sinon : 5 min	15-20 min	Non trop lent à l'ouverture et quand on ouvre et ferme des documents (les "clics"), 2 écrans (pour recopier des documents déjà existants)	B mais attention à être synthétique et à ne pas retomber dans l'écueil du clic	3-4 ans	CRC, Urgences, CRH, CRU, CRO, RCP (mais pas les prises de sang et les résultats biologiques)
(5) Maladies infectieuses	patients non connus : 10 min ; autres : pas besoin	10-15 min, dicté si possible	Oui pas très fluide, temps de latence	B	1 an (mais pfs patient jeune jambe cassée 1 mois suffirait)	Périodes d'hospitalisation, (rouge) Périodes à la maison, (bleu) Urgences, C
(6) Hépatologie et Gastro-entérologie	20-30 min (préparation +CR)	-	Oui sauf problèmes d'interopérabilité avec le service de réanimation	B	6 mois	Urgences (orange) Hospitalisation (et dans quel service) (rouge) SSR ou passage USP Retour à domicile ou

			qui utilise un autre logiciel qu'ORBIS			pas
(7) Infirmière d'éducation thérapeutique	Sur Nadis 5-10 min	15-20 min (mais sans consulter le DPI)	Oui	B	1-2 ans	CRH Résultats d'examen Dernières C
(8) Rhumatologie	5 min (a un secrétaire)	10 min (pendant la C)	Oui	B	1 an	C
Bilan		préparation de la C + du CR : au total, entre 16 min (moyenne des valeurs les plus basses pour chaque médecin) et 26 min (moyenne des valeurs les plus hautes pour chaque médecin)((7) non pris en compte dans le calcul)		B+ Utile surtout pour les malades lourds, chroniques, aux parcours complexes, ou pour les nouveaux patients avec une longue histoire médicale	6-12 mois mais besoins variant du simple au double en fonction de la spécialité	1. CRH et plages d'hospit (en rouge, avec le service mentionné) 2. C 3. Plages urgences (orange) et CR urgences 4. Périodes à la maison (bleu), SSR, ou USP 5. CRO 6. RCP 7. Résultats d'examens ou pas 8. Bilans biologiques 9. Nouvelles ordonnances

Autres remarques recueillies mais dépassant le cadre de notre étude :

- Sur ORBIS, difficulté pour identifier les spécialités des médecins auteurs des documents (2)
- Absence de signature électronique sur tous les documents cerfa (ce qui engendre énorme perte de temps) (2)
- Logiciel de correction d'orthographe qui ne fonctionne qu'avec un début de mot juste (2)
- Tous les fichiers sont mélangés (résultats biologiques, courriers... or, dans courriers on écrit les résultats de biologie, donc en réalité seul le courrier est nécessaire) , l'accessoire et le pertinent sont mélangés, et les filtres ne sont pas fonctionnels (4)
- Résultats biologiques : problème car il y a 2 serveurs pour les résultats (dont 1 qui date d'avant ORBIS), manque d'interopérabilité (5)
- (5) et (6) : ORBIS représente déjà une avancée par rapport aux systèmes qui existaient déjà avant
- Manque de priorisation des demandes (d'endoscopie) : aucune information pour dire si la demande est urgente ou pas, il manque une colonne dans le tableau ORBIS pour avoir cette information (6)
- Problème de remontée des informations : cette remontée n'a pas lieu sur les demandes concernant ORBIS (6)
- Problème d'interopérabilité entre ORBIS et le logiciel de DPI du service de réanimation (6)
- Les infirmiers n'ont pas l'habilitation pour voir les résultats d'examen (7)

- Il serait bien qu'il existe un remplissage des formulaires labos analyse via ORBIS avec les champs remplis automatiquement d'après l'ordonnance du médecin plutôt que les infirmiers soient obligés de tout remplir à la main. Il serait bien que les labos soient connectés à ORBIS.(7)
- Manque de fluidité dans utilisation ORBIS (temps d'attente quand on ouvre/ferme une page), les "clics" sont donc coûteux en temps (4) et (5)
- On ne peut pas ouvrir plusieurs fenêtres en même temps sur l'écran (4), (3)

Annexe 2.2 Limites de l'étude et pistes pour une étude plus poussée

Nombre de réponses : 8 réponses sont peu pour exploiter des résultats quantitatifs tels que des temps de préparations, un minimum de 25 réponses permettra une exploitation plus pertinente [15]. Le faible nombre de réponses au sondage s'explique par notre manque de temps pour aller à la rencontre des médecins (une demi-journée), mais aussi, pour le sondage informatique, par une incompatibilité entre le format du document (Google Forms) et le navigateur par défaut de la Pitié (Internet Explorer). Une solution serait d'utiliser un autre format de sondage.

Biais dans les réponses : Il est possible que les médecins surestiment leur temps de préparation au moment de répondre au sondage. Les réponses varient par ailleurs beaucoup en fonction des spécialités. En conséquence, nous avons par exemple prévu de nous concentrer sur un service en particulier de la Pitié-Salpêtrière, le département de médecine interne (le Dr interniste interviewé avait rapporté suivre fréquemment des patients chroniques et complexes), mais n'avons pu mener à bien une étude dans le service par manque de temps.

Précision des questions : Les questions posées ne permettent pas de jauger précisément les différences de temps de préparation selon la complexité du patient, son "ancienneté" de suivi avec le praticien interrogé, le caractère chronique de sa maladie. Nous n'avons pas non plus pensé à évaluer le temps total de préparation par semaine ou par mois par médecin en plus du temps par consultation (il aurait fallu demander le nombre de consultations effectuées par semaine ou par mois). Enfin, il aurait fallu poser des questions concernant le temps de préparation passé exclusivement à rechercher et ouvrir/fermer les documents sur ORBIS pour avoir une estimation plus rigoureuse du gain de temps espéré avec la frise chronologique. Néanmoins, nous souhaitons acquérir ces informations lors de notre étude spécifique du département de médecine interne (non réalisée par manque de temps. Le questionnaire amélioré que nous avons créé pour combler ces insuffisances est disponible ci-dessous :

Sondage Numérique en santé

ORBIS - Visualisation des données patients et du parcours de soins

Ecole des Mines de Paris

Bonjour, nous sommes étudiants à l'Ecole des Mines de Paris et dans le cadre de notre projet ingénieur encadré par le **Dr M. Lévy-Soussan**, nous cherchons à évaluer l'impact de l'utilisation des outils numériques en santé.



Vous trouverez ci-dessous un questionnaire à destination des médecins hospitaliers sur la visualisation des données patients à l'aide du logiciel ORBIS.

Merci beaucoup pour votre aide !

1. Quelle est votre spécialité ?

2. Combien de temps passez-vous à préparer une consultation à l'aide d'ORBIS (avant ou pendant la consultation) ?

	En moyenne	Patient déjà connu	Nouveau patient	Patient complexe
Temps				
dont temps perdu du fait de la recherche de documents sur ORBIS				

3. Combien de temps passez-vous à préparer et rédiger un compte rendu de consultation ?

	En moyenne	Patient déjà connu	Nouveau patient	Patient complexe
Temps				
dont temps perdu du fait de la recherche de documents sur ORBIS				

4. Combien réalisez-vous, à vous seul(e), de consultations par mois, en moyenne ?

5. Combien de consultations sont réalisées par mois dans votre service ?

6. Jugez-vous ORBIS suffisamment pratique d'utilisation pour avoir rapidement une vue d'ensemble du parcours de soins d'un patient ?

Oui

Non

Vous pouvez ici préciser pourquoi :

Nous souhaitons proposer un outil de visualisation globale du parcours de santé d'un patient sur ORBIS sous la forme d'une frise chronologique décrivant une période du parcours patient. L'intérêt principal de cet outil serait de simplifier la préparation des consultations et la rédaction des comptes rendus par les médecins.

7. Quel est votre avis sur cette idée ?

8. Sur quel laps de temps souhaiteriez-vous que la frise soit affichée (on pourra ensuite faire un zoom sur une période plus courte ou au contraire élargir la période représentée) ? *Exemple : sur les 6 derniers mois.*

9. Quel(le)s documents/informations essentiel(le)s souhaiteriez-vous voir apparaître prioritairement sur la frise chronologique pour bien visualiser le parcours de santé du patient (BMI, CRH, CRO, imagerie...) ?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Merci beaucoup d'avoir participé à notre sondage ! Avez-vous des remarques à nous faire partager ?

Objet : application de visualisation des données patient disponibles sur le DPI ORBIS sous forme de frise chronologique

I. Les différentes tâches que l'application doit réaliser :

- a) acquérir les données depuis le DPI ORBIS
- b) traiter les données du DPI ORBIS (lecture et traitement des informations)
- c) afficher la frise chronologique

II. Fonctionnalités de la frise

Ecueils à éviter :

- ouvrir encore plus de fenêtres
- retomber dans l'écueil du clic

	Objectif	Pour aller plus loin	Evaluation rétrospective (l'objectif est-il atteint ?)
Plage temporelle par défaut	6-12 mois	choix possible de la plage temporelle par défaut dans les paramètres	Atteint
Plages de couleurs	hospitalisations : rouge urgences : orange (bande) maison : bleu	HAD Connaître la durée du séjour en USP ou SSR ou aux urgences	Atteint

Infos plages de couleur	hospitalisations : service "domicile" : domicile ou SSR ou USP		Non atteint
Evénements ponctuels	consultation RCP opération		Atteint
Documents	CRH CR de consultation CRU CRO RCP		Atteint
Graphisme, ergonomie	Clair, lisible, aéré, synthétique, sans redondance	Esthétique	Atteint
Humanité	Affichage d'information sur le patient dans un encadré		Atteint

Annexe 2.4 Etat de l'art détaillé des solutions de visualisation du parcours de soins sous la forme d'une frise chronologique

Le ressenti des praticiens sur l'utilisation des DPI est variable, que ce soit en fonction des services ou des pays. Ainsi, une étude sur des médecins hospitaliers en Finlande et en Australie a pu donner des chiffres sensiblement différents : en Finlande, 39,9% des médecins interrogés considéraient qu'il n'était pas facile d'obtenir les données patient nécessaires via le DPI, contre 54,1% pour les médecins australiens (Lloyd, Long, Oshni Alvandi, Di Donato, Probst, Roach et Bain, 2021).

*

Une piste pour faciliter l'accès aux données serait le développement de solutions de visualisation lisible (Smelcer, Miller-Jacobs et Kantrovich, 2009) de ces nombreuses données complexes aux types variés accumulées de manière chronologique dans le DPI.

*

Or, de telles solutions sont déjà utilisées dans le cadre de l'analyse des cohortes de patients en recherche clinique. En effet, les DPI représentent une mine de données que la recherche pourrait mettre à profit et un mode de visualisation ergonomique permettrait de faciliter l'emploi de ces données par les chercheurs en médecine. Par ailleurs, visualiser les parcours thérapeutiques des patients d'une cohorte permet ensuite de les analyser afin de dégager des informations permettant d'optimiser les traitements.

Ainsi, des "lignes de vie" (*lifelines*) interactives ont été développées, sur lesquelles on peut zoomer, filtrer l'information, obtenir des informations supplémentaires en passant le curseur sur différentes zones du graphique. Des outils de gestion de conflits graphiques (superposition d'éléments graphiques sur la frise) sont parfois utilisés (Bettencourt-Silva, Mannu et de la Iglesia, 2016).

Un autre exemple est PatientExploreR, une application de visualisation qui prend en charge l'exportation des données sous format OMOP CDM des DPI et leur représentation graphique. Elle permet entre autres de générer une frise chronologique interactive des consultations d'un patient. Lorsqu'on clique sur une consultation, tous les documents et informations relatifs au RDV s'affichent. Néanmoins, si les données du DPI ne sont pas déjà au format OMOP CDM, la conversion nécessaire à l'utilisation de l'application est longue et non triviale (Glicksberg, Oskotsky, Thangaraj, Giangreco, Badgeley, Johnson, Datta, Rudrapatna, Rappoport, Shervey, Miotto, Goldstein, Rutenberg, Frazier, Lee, Israni, Larsen, Percha, Li, Dudley, Tatonetti, Butte, 2019).

Cohort360 propose aussi une visualisation du parcours patient sous forme de *timeline* représentant la prise en charge du patient et les actes de soin au cours du temps. Les documents associés à une visite sont accessibles en cliquant sur les épisodes de prise en charge du patient (Cohort360 AP-HP, 2021).

Les défis à relever dans le développement des ces interfaces graphiques sont, entre autres, la gestion de données hétérogènes, la sécurité des données et la visualisation de nombreuses données sans surcharge du graphique (Bettencourt-Silva, Mannu et de la Iglesia, 2016).

*

Concernant la visualisation des données du DPI à destination du praticien, la société VieViewer, anciennement partie de Nehs DIGITAL, propose (Nehs DIGITAL, 2021) aussi une interface de visualisation qui permet une représentation sous forme de frise chronologique du parcours de soins du patient, à partir de données externes, avec des excroissances partant de la frise principales qui mènent à divers documents, sur les icônes desquels on peut cliquer pour accéder aux documents. L'axe temporel est une flèche sans épaisseur, ne permettant donc pas d'observer les plages d'hospitalisations ou les passages aux urgences. Cette solution présente néanmoins l'intérêt de pouvoir être interfacée avec un DPI déjà existant tel qu'ORBIS.

Pour les professionnels de santé en hôpital ou en ville, l'onglet "Synthèse temporelle" de Terr-eSanté permet la visualisation temporelle des passages aux urgences (Établissement, Discipline, Date, Mode d'entrée), des hospitalisations (Etablissement, Discipline, Date d'admission, Date de sortie, Mode d'entrée) et des hospitalisations de jour, des documents (CR envoyés par l'hôpital) et résultats d'examens. (GIP SESAN, 2021) Cependant, si ici les plages temporelles sont bien présentes pour rendre compte des plages d'hospitalisation, les périodes de passage aux urgences ne sont pas renseignées sur la même frise, qui d'ailleurs est uniquement dans des teintes de gris (aucunes couleurs).

Bibliographie associée :

Bettencourt-Silva, J. H., Mannu, G. S., & de la Iglesia, B. (2016). Visualization of Integrated Patient-Centric Data as Pathways: Enhancing Electronic Medical Records in Clinical Practice. In A. Holzinger (Éd.), *Machine Learning for Health Informatics* (Vol. 9605, p. 99-124). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50478-0_5

Cohort360 AP-HP. (s.d.). *Tutoriel Détail d'un patient*. Consulté 8 septembre 2021, à l'adresse https://www.youtube.com/watch?v=ykyMg_4MVcl7

GIP SESAN. (s. d.). *Terr-eSanté, cas d'usage : Philippe Smetion, 74 ans*. Consulté 28 novembre 2021, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=qgYVeA2s-ks&t=8s>

Glicksberg, B. S., Oskotsky, B., Thangaraj, P. M., Giangreco, N., Badgeley, M. A., Johnson, K. W., Datta, D., Rudrapatna, V. A., Rappoport, N., Shervey, M. M., Miotto, R., Goldstein, T. C., Rutenberg, E., Frazier, R., Lee, N., Israni, S., Larsen, R., Percha, B., Li, L., Dudley, J.T., Tatonetti, N.P., & Butte, A.J. (2019). PatientExploreR: An extensible application for dynamic visualization of patient clinical history from electronic health records in the OMOP common data model. *Bioinformatics*, 35(21), 4515-4518. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btz409>

Lloyd, S., Long, K., Oshni Alvandi, A., Di Donato, J., Probst, Y., Roach, J., & Bain, C. (2021). A National Survey of EMR Usability: Comparisons between medical and nursing professions in the hospital and primary care sectors in Australia and Finland. *International Journal of Medical Informatics*, 154, 104535. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104535>

Nehs DIGITAL. (s. d.). *Découvrez Vieviewer Clinic, la ligne de vie du parcours patient 360°*. Consulté 26 novembre 2021, à l'adresse <https://www.nehs-digital.com/offre/production-coordination-des-soins/viewviewer-clinic/>

Smelcer, J. B., Miller-Jacobs, H., & Kantrovich, L. (2009). Usability of Electronic Medical Records. *Journal of Usability Studies*, 4(2), 70-84. Disponible sur https://www.researchgate.net/publication/284481211_Usability_of_Electronic_Medical_Records

Annexe 2.5 Code python de la frise

```
1. from pathlib import Path
2. import tkinter as tk
3. from tkinter import ttk
4. from PIL import Image, ImageTk
5. import datetime as dt
6. import pandas as pd
7. import os
8. from ttkthemes import ThemedStyle
9. import lecture_pdf
10. import re
11. from pandastable import Table, TableModel
12. from functools import partial
13.
14. #liste des types de widgets dans canvas
15. data_list = []
16. #liste des listes de boutons de lecture de chaque évènement
17. event_button = []
18.
19.
20. #Choix des données d'affichage
21. data_type = ['RCP', 'BMI', 'CRO', 'CRH', 'CRU', 'CR', 'Autre']
22.
23.
24. class TestApp(tk.Frame):
25.     """Basic test frame for the table"""
26.     def __init__(self, parent=None):
27.         self.parent = parent
28.         tk.Frame.__init__(self)
29.         self.main = tk.Toplevel()
30.         self.main.geometry('1200x800+200+100')
31.         self.main.title('Table app')
32.         f = tk.Frame(self.main)
33.         f.pack(fill=tk.BOTH,expand=1)
34.         #df = pd.read_csv(f"dossiers_patients/{variable_patient.get()}/hospitalisations.csv",
sep = ';')
35.         df = DPI_dictionnaire[variable_patient.get()].data
36.         self.table = pt = Table(f, dataframe=df,
37.                                showtoolbar=True, showstatusbar=True)
38.         pt.show()
39.         return
40.
41. class Dossier_Patient_Informatise:
42.     """
43.     name, surname --> str, pas d'accent pour éviter les erreurs de codage
44.     """
45.     def __init__(self, name = None, surname = None):
46.         self.name = name
47.         self.surname = surname
48.         self.file_1 = f"dossiers_patients/{self.name} {self.surname}/infos.txt"
49.         self.file_2 = f"dossiers_patients/{self.name} {self.surname}/allergies.txt"
50.         self.file_3 = f"dossiers_patients/{self.name} {self.surname}/hospitalisations.csv"
51.         with open(self.file_1, 'r') as document:
52.             lines = document.readlines()
53.             b_date_string = lines[2]
54.             b_date_list = b_date_string.split('-')
55.             self.b_date = dt.date(int(b_date_list[0]), int(b_date_list[1]), int(b_date_list[2]))
56.
57.             self.sex = lines[3].replace('\n', '')
58.             self.height = int(lines[4])
59.             self.weight = lines[5]
60.
61.         with open(self.file_2, 'r') as document:
62.             self.allergies = document.read()
63.
64.         self.data = pd.read_csv(self.file_3, sep = ';')
65.
66.         #Ajout d'une colonne 'Type' au tableau 'data
67.         self.data['Type de document'] = self.data['Document']
```

```

68.         for i, document in zip(self.data.index, self.data['Document']):
69.             self.data['Type de document'].iloc[i] = from_name_to_type(document)
70.
71.             #On converti en objet 'date'
72.             self.data['Date téléversement'] = self.data['Date
téléversement'].transform(from_string_to_date)
73.             #On vérifie les dates
74.
75.             self.fill_dates()
76.
77.         def fill_dates(self):
78.             for ind in self.data.index:
79.                 if pd.isna(self.data['Date'].iloc[ind]):
80.                     text = lecture_pdf.from_pdf_to_text(f"dossiers_patients/{self.name}
{self.surname}/{self.data['Fichier lié'].iloc[ind]}")
81.                     text = text.lower()
82.                     date_list = re.findall("\d\d[-]\d\d[-]\d{2,4}", text)
83.                     date_list += re.findall("\d\d[/]\d\d[/]\d{2,4}", text)
84.                     if date_list:
85.                         for i, date in enumerate(date_list):
86.                             date_list[i] = re.split('/|-', date)
87.                         for i, date in enumerate(date_list):
88.                             if len(date[2]) == 2:
89.                                 date[2] = '20' + date[2]
90.                                 date_list[i] = dt.date(int(date[2]), int(date[1]), int(date[0]))
91.                                 #date_list contient toutes les dates qui apparaissent dans le texte. Il reste à
garder celle qui est la plus pertinente
92.                                 #On supprime la date de naissance, au cas où c'est la seule qui apparaît
93.                                 while self.b_date in date_list:
94.                                     date_list.remove(self.b_date)
95.                                 #Ensuite, on choisi de garder la date la plus tardive, ce qui peut être
discutable
96.                                 if date_list:
97.                                     self.data.loc[ind, 'Date'] = max(date_list)
98.                                 else:
99.                                     self.data.loc[ind, 'Date'] = self.data.loc[ind, 'Date téléversement']
100.                            else:
101.                                self.data.loc[ind, 'Date'] = from_string_to_date(self.data.loc[ind, 'Date'])
102.
103.
104.         def from_string_to_date(x):
105.             return dt.datetime.strptime(x, "%Y-%m-%d").date()
106.
107.         def from_name_to_type(string):
108.             categories = data_type
109.             for cat in categories:
110.                 if cat in string.upper():
111.                     return cat
112.             return 'Autre'
113.
114.         def disp_data():
115.             app = TestApp()
116.             #launch the app
117.             app.mainloop()
118.
119.
120.         #Récupération des noms des patients
121.
122.         globbing = Path('dossiers_patients')
123.         tuple_name = tuple(P.name for P in list(globbing.glob("*")))
124.
125.         #Chargement des DPI dans un dictionnaire
126.         DPI_dictionnary = {p : Dossier_Patient_Informatise(p.split(' ')[0], p.split(' ')[1]) for p in
tuple_name}
127.
128.         #génération de l'interface graphique
129.         window = tk.Tk()
130.         window.title('Projet Orbis amélioré')
131.         window.attributes('-fullscreen', True)
132.         window_x = window.winfo_screenwidth()
133.         window_y = window.winfo_screenheight()
134.
135.         #Chargement des images
136.         load_frise = Image.open('image/Frise_fond_tranparent-3.png')
137.         render_frise = ImageTk.PhotoImage(load_frise)
138.         render_flag = []

```

```

139. load_cursor = Image.open('image/curseur.png').resize((70, 70), Image.ANTIALIAS)
140. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_cursor))
141.
142. load_1 = Image.open('image/img_1.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
143. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_1))
144.
145. load_2 = Image.open('image/img_2.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
146. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_2))
147.
148. load_3 = Image.open('image/img_3.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
149. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_3))
150.
151. load_4 = Image.open('image/img_4.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
152. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_4))
153.
154. load_5 = Image.open('image/img_5.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
155. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_5))
156.
157. load_6 = Image.open('image/img_6.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
158. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_6))
159.
160. load_7 = Image.open('image/img_7.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
161. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_7))
162.
163. load_8 = Image.open('image/img_8.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
164. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_8))
165.
166. load_9 = Image.open('image/img_9.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
167. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_9))
168.
169. load_10 = Image.open('image/img_9+.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
170. render_flag.append(ImageTk.PhotoImage(load_10))
171.
172.
173. load_main_background = Image.open('image/background_2.png').resize((window_x, window_y),
    Image.ANTIALIAS)
174. render_main_background = ImageTk.PhotoImage(load_main_background)
175. load_bout_fleche_rouge = Image.open("image/Bout_fleche_rouge.png")
176. render_bout_fleche_rouge = ImageTk.PhotoImage(load_bout_fleche_rouge)
177. load_event_counter = Image.open('image/img_1.png').resize((50, 50), Image.ANTIALIAS)
178. render_event_counter = ImageTk.PhotoImage(load_event_counter)
179.
180. #Création du canva
181. canvas = tk.Canvas(window, height=window_y, width=window_x)
182. canvas.pack()
183.
184. #Fond d'écran fenêtre
185. background = canvas.create_image(window_x/2, window_y/2, anchor='center',
    image=render_main_background)
186.
187. #Affichage de la frise dans une nouvelle fenêtre
188. def affichage():
189.     global data_list
190.     global event_button
191.     """
192.     affichage de la frise
193.     """
194.     if data_list!=[]:
195.         for c in data_list:
196.             canvas.delete(c)
197.     if event_button!=[]:
198.         for c1 in event_button:
199.             for c2 in c1:
200.                 c2.place_forget()
201.
202.     #Initialisation de la nouvelle fenêtre
203.     patient = variable_patient.get()
204.     patient_name = patient.split(' ')[0]
205.     patient_surname = patient.split(' ')[1]
206.
207.     #données importantes
208.     length_full_name = len(patient)
209.     DPI = DPI_dictionary[patient]
210.     beg_frise, end_frise = (130, 386), (1230, 566)
211.
212.     current_date = dt.date.today()

```

```

213. choice_time = variable_time.get()
214. if choice_time == '30 jours':
215.     beg_date = current_date - dt.timedelta(days=30)
216. elif choice_time == '6 mois':
217.     beg_date = current_date - dt.timedelta(days=180)
218. elif choice_time == '1 an':
219.     beg_date = current_date - dt.timedelta(days=365)
220. elif choice_time == '2 ans':
221.     beg_date = current_date - dt.timedelta(days=730)
222. elif choice_time == '5 ans':
223.     beg_date = current_date - dt.timedelta(days=1825)
224. elif choice_time == '10 ans':
225.     beg_date = current_date - dt.timedelta(days=3650)
226.
227. #Affichage fiche patient
228. patient_record = canvas.create_rectangle(565.0, 15.0, 865.0, 215.0, fill='#6f716e')
229. ribbon = canvas.create_rectangle(565.0, 15.0, 595.0, 65.0, fill='#780000')
230.
231. #Affichage legende code couleur
232. legend_urgency = canvas.create_rectangle(575, 165, 605, 185, fill='#e73200')
233. legend_hosp = canvas.create_rectangle(575, 190, 605, 210, fill='#c10404')
234. data_list.append(patient_record)
235. data_list.append(ribbon)
236. data_list.append(legend_urgency)
237. data_list.append(legend_hosp)
238.
239. #Légende dans patient_record
240. name_display = canvas.create_text(658, 64, anchor='center', text='Nom, Prénom : ', font=('Arial
Black', 10))
241. patient_name = canvas.create_text(767+(len(patient)-14)*3, 64, text=patient, font=('Arial
Black', 10))
242. patient_sex = canvas.create_text(633, 84, text='Sexe : '+DPI.sex, font=('Arial Black', 10))
243. patient_birthdate = canvas.create_text(687, 104, anchor='center', text='Naissance :
'+str(DPI.b_date), font=('Arial Black', 10))
244. patient_height = canvas.create_text(661, 124, anchor='center', text='Taille (cm) :
'+str(DPI.height), font=('Arial Black', 10))
245. patient_weight = canvas.create_text(654, 144, anchor='center', text='Poids (kg) :
'+str(DPI.weight), font=('Arial Black', 10))
246. data_list += [name_display, patient_name, patient_sex, patient_birthdate, patient_height,
patient_weight]
247.
248. #Legende dans code couleur
249. urgency_txt = canvas.create_text(645, 175, text='Urgences', font=('Arial Black', 10))
250. hospi_txt = canvas.create_text(675, 200, text='Séjour à l\'hôpital', font=('Arial Black', 10))
251.
252.
253. #Code couleur (à mettre en annexe, en-dehors de la fonction d'affichage de la frise)
254.
255. #affiche un rectangle associé à une hospitalisation
256. def hospi(date_d, date_f):
257.     global data_list
258.     L = end_frise[0]-beg_frise[0] #longueur de la frise
259.     D = (date_f - date_d).days #durée d'hospitalisation
260.     plagetps = (current_date-beg_date).days #plage de temps affichée
261.     x = beg_frise[0] + ((date_d-beg_date).days/plagetps)*L #abscisse du point en haut à
gauche du rectangle
262.     #rectangle = canvas.create_line(x, beg_frise[1], x, end_frise[1], fill='red',
width=(D/plagetps)*L)
263.     width = max(20, (D/plagetps)*L)
264.     rectangle = canvas.create_rectangle(x, beg_frise[1]-1, x + width, end_frise[1]+4,
fill='#c10404')
265.     data_list.append(rectangle)
266.
267. #affiche un rectangle associé à un passage aux urgences
268. def urg(date):
269.     global data_list
270.     L = end_frise[0]-beg_frise[0] #longueur de la frise
271.     plagetps = (current_date-beg_date).days #plage de temps affichée
272.     x = beg_frise[0] + ((date-beg_date).days/plagetps)*L #abscisse du point en haut à gauche
du rectangle
273.     rectangle = canvas.create_rectangle(x, beg_frise[1], x+20, end_frise[1]+4, fill='#e73200')
274.     data_list.append(rectangle)
275.
276. #Recherche du CRH associé à un BMI (le plus proche, situé après, en termes de dates)
277.
278. #Prend en entrée l'index d'un BMI et retourne celui du CRH associé

```

```

279. def id_CRH(id_BMI):
280.     date_BMI = DPI.data['Date'][id_BMI] #date du BMI
281.     data_CRH = DPI.data[(DPI.data['Type de document'] == 'CRH') & (DPI.data['Date']>date_BMI)]
#sous-dataframe avec les CRHs après le BMI
282.     if data_CRH.empty:
283.         return -1 #s'il n'y a pas de CRH après le BMI, le patient est encore hospitalisé
284.     else:
285.         ecart = (data_CRH['Date'].iloc[0] - date_BMI).days #on initialise l'écart de dates
entre le BMI et le premier CRH
286.         index = data_CRH.index[0]
287.         for i in data_CRH.index:
288.             if (data_CRH['Date'][i] - date_BMI).days < ecart: #on vérifie que le CRH est plus
près du BMI
289.                 ecart = (data_CRH['Date'][i] - date_BMI).days
290.                 index = i
291.         return index #l'indice est un entier naturel si on a bien un CRH, c'est -1 si on
n'a pas de CRH après le BMI
292.
293.
294. def bout_fleche_rouge(id_BMI): #met le bout de la flèche en rouge à partir de la date du BMI
295.     global data_list
296.     date_BMI = DPI.data['Date'][id_BMI]
297.     L = end_frise[0] - beg_frise[0] #longueur de la frise
298.     D = (current_date - date_BMI).days #durée d'hospitalisation
299.     plagetps = (current_date - beg_date).days #plage de temps affichée
300.     x = beg_frise[0] + ((date_BMI - beg_date).days / plagetps) * L #abscisse du point en haut à
gauche du rectangle
301.     if (date_BMI - beg_date).days > 0:
302.         rect_rouge = canvas.create_rectangle(x, beg_frise[1]-1, 1280, end_frise[1]+4,
fill='#c10404')
303.     else:
304.         rect_rouge = canvas.create_rectangle(beg_frise[0] - 80, beg_frise[1]-1, 1280,
end_frise[1]+4, fill='#c10404')
305.     fleche = canvas.create_image(890, 500, anchor='center', image=render_bout_fleche_rouge)
306.     data_list += [fleche, rect_rouge]
307.
308. #Regroupe tous les BMIs d'un patient, leur associe un CRH et fait l'affichage de la plage
de couleurs (à mettre dans la fonction affichage)
309. def affiche_hospi():
310.     data_BMI = DPI.data[(DPI.data['Type de document'] == 'BMI')] #sous-dataframe avec les BMIs
311.     for i in data_BMI.index:
312.         j = id_CRH(i) #index du CRH associé au BMI
313.         if j!=-1: #si on a bien un CRH associé au BMI (le patient est sorti)
314.             date_d = DPI.data['Date'][i] #date du BMI
315.             date_f = DPI.data['Date'][j] #date du CRH
316.             if (date_d - beg_date).days > 0:
317.                 hospi(date_d, date_f) #affichage de la plage rouge d'hospitalisation
318.             elif (date_d - beg_date).days < 0 and (date_f - beg_date).days > 0:
319.                 hospi(beg_date, date_f)
320.             else: #si on n'a pas de CRH (le patient est toujours hospitalisé)
321.                 bout_fleche_rouge(i)
322.
323. #Affiche tous les passages aux urgences
324. def affiche_urg():
325.     data_urg = DPI.data[(DPI.data['Type de document'] == 'CRU')] #sous-dataframe avec les CRU
326.     for i in data_urg.index:
327.         date = data_urg['Date'][i] #date du CRU
328.         urg(date)
329.
330. #Affichage de la frise vierge
331. frise = canvas.create_image(890, 500, anchor='center', image=render_frise)
332. data_list.append(frise)
333.
334. affiche_hospi()
335. affiche_urg()
336.
337. #Fonction d'affichage drapeau et date
338. def pos(time):
339.     days_event = abs((time - beg_date).days)
340.     x_pos = (days_event / ((current_date - beg_date).days)) * (end_frise[0] - beg_frise[0]) +
beg_frise[0]
341.     return x_pos
342.
343. def mark(time, n):
344.     """
345.     Prend une date et le type d'un élément et l'affiche

```

```

346.     sur la frise
347.     """
348.     global data_list
349.     days_event = abs((time - beg_date).days)
350.     x_pos = (days_event/((current_date - beg_date).days)) * (end_frise[0] - beg_frise[0]) +
    beg_frise[0]
351.     #drapeau
352.     cursor = canvas.create_image(x_pos - 30, beg_frise[1] - 30, anchor='center',
    image=render_flag[0])
353.     if n < 10:
354.         flag = canvas.create_image(x_pos - 30, beg_frise[1] - 45, anchor='center',
    image=render_flag[n])
355.     else :
356.         flag = canvas.create_image(x_pos - 30, beg_frise[1] - 45, anchor='center',
    image=render_flag[10])
357.     #date et type d'évènement
358.     text1 = canvas.create_text(x_pos-30, beg_frise[1]+30, anchor='center', text=time,
    font=('Arial Black', 10))
359.     data_list += [flag, text1, cursor]
360.     return (cursor, flag, text1)
361.
362.     #Définition des évènements
363.
364.     event_list = []
365.     for c, d in checked.items():
366.         if d.get():
367.             df = DPI.data[DPI.data['Type de document']==c]
368.             for i in df.index:
369.                 time = df['Date'][i]
370.                 type = df['Unité'][i]
371.                 file_30min = df['Fichier lié'][i]
372.                 if (time - beg_date).days > 0: # permet de n'afficher que les event dans la plage
    de temps considérée
373.                     event = tuple([pos(time)] + [file_30min] + [time] + [i])
374.                     event_list.append(event)
375.
376.
377.     #FONCTION MERGED (flags)
378.     def flags(event_list_entry):
379.         delta_min = 75 #Ecartement minimal entre les drapeaux
380.         event_list_entry.sort(key = lambda Y : Y[0])
381.         output = []
382.         while event_list_entry:
383.             event0 = event_list_entry.pop(0)
384.             x0 = event0[0]
385.             date0 = event0[2]
386.             index0 = event0[3]
387.             list_of_index = [index0]
388.             for X in event_list_entry[:]:
389.                 if X[0] - x0 < delta_min:
390.                     list_of_index.append(X[3])
391.                     event_list_entry.pop(0)
392.             output.append((date0, list_of_index))
393.         return output
394.
395.     new_event_list = flags(event_list)
396.     #new_event_list = [(dt.date(2021, 10, 27), [10, 11, 12])]
397.
398.     counter = {event[0] : 0 for event in new_event_list}
399.
400.     for event in new_event_list:
401.         read_button = [] #liste des boutons de l'évènement
402.         date = event[0]
403.         x_pos = pos(date)
404.         n = len(event[1])
405.         cursor_loc, flag_loc, date_loc = mark(date, n)
406.         for index in event[1]:
407.             file = DPI.data['Fichier lié'].iloc[index]
408.             c = DPI.data['Type de document'].iloc[index]
409.             button_loc = tk.Button(window, text=c, font=('Arial Black', 10), bg='grey',
    command=partial(os.startfile, f'dossiers_patients\\{patient}\\{file}'))
410.             button_loc.place(x=x_pos-60, y=beg_frise[1]+150 + 32*counter[date])
411.             counter[date] += 1
412.             read_button.append(button_loc)
413.             event_button.append(read_button)
414.

```

```

415.
416.     #Affichage date de début/fin
417.     #event_beg, event_current = mark(beg_date), mark(current_date)
418.
419.     #Déplacement de object pour récupérer des coordonnées inutile pour le code final mais sympa
    pour coder
420.     object = flag_loc
421.     def left(event):
422.         x = -5
423.         y = 0
424.         canvas.move(object, x, y)
425.         print(canvas.coords(object))
426.
427.     def right(event):
428.         x = 5
429.         y = 0
430.         canvas.move(object, x, y)
431.         print(canvas.coords(object))
432.
433.     def down(event):
434.         x = 0
435.         y = 5
436.         canvas.move(object, x, y)
437.         print(canvas.coords(object))
438.
439.     def up(event):
440.         x = 0
441.         y = -5
442.         canvas.move(object, x, y)
443.         print(canvas.coords(object))
444.     window.bind("<Left>", left)
445.     window.bind("<Right>", right)
446.     window.bind("<Down>", down)
447.     window.bind("<Up>", up)
448.
449.     #Choix des paramètres d'affichage:
450.     frame = tk.LabelFrame(window, text='Sélectionnez les données souhaitées', padx=20, pady=0,
        bg='#6e706e')
451.     frame.place(x=0, y=0)
452.
453.     #Choix du patient
454.     variable_patient = tk.StringVar(window)
455.     variable_patient.set('Polnareff Jean-Pierre')
456.     menu_patient = tk.OptionMenu(frame, variable_patient, *tuple_name)
457.     menu_patient.pack()
458.
459.     #Choix durée
460.     variable_time = tk.StringVar(window)
461.     variable_time.set('6 mois')
462.     menu_time = tk.OptionMenu(frame, variable_time, *('30 jours', '6 mois', '1 an', '2 ans', '5 ans',
        '10 ans'))
463.     menu_time.pack()
464.
465.     #Boutons à cocher
466.     def check():
467.         """
468.         Initialise la liste des cases à cocher dans window
469.         """
470.         checked = {c : tk.BooleanVar() for c in data_type}
471.         for c in data_type:
472.             if c in ['RCP', 'CRH', 'CR']:#choix des types de données à afficher initialement
473.                 checked[c].set(True)
474.                 button_loc = tk.Checkbutton(frame, text=c, var=checked[c], width=20, anchor="w",
                    command=affichage, bg='#6e706e')
475.                 button_loc.pack()
476.         return checked
477.
478.     checked = check()
479.
480.
481.     #bouton affichage de la frise
482.     bouton1 = tk.Button(frame, text = 'Afficher frise', font=("Arial Black", 10), command=affichage,
        bg='#6e706e')
483.     bouton1.pack()
484.
485.     #bouton de fermeture de la frise

```

```

486. bouton2 = tk.Button(window, text='Fermer', font=(('Arial Black'), 10), command=window.destroy,
    bg='#94060f')
487. bouton2.place(x=window_x-60, y=0)
488.
489. #bouton données
490. bouton3 = tk.Button(frame, text='Documents patient', font=(('Arial Black'), 10), bg='#6e706e',
    command=disp_data)
491. bouton3.pack()
492.
493. window.mainloop()
494.

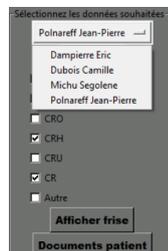
```

Annexe 2.6 Fonctionnalités de la frise

Fenêtre au lancement



Choix du patient



Choix de la durée

Selectionnez les données souhaitées

Polnareff Jean-Pierre

6 mois

RCP 30 jours

BMI 6 mois

CRO 1 an

CRH 2 ans

CRU 5 ans

CR 10 ans

Autre

Afficher frise

Documents patient

Choix des documents à afficher

Selectionnez les données souhaitées

Polnareff Jean-Pierre

6 mois

RCP

BMI

CRO

CRH

CRU

CR

Autre

Afficher frise

Documents patient

Données du patient

Selectionnez les données souhaitées

Polnareff Jean-Pierre

6 mois

RCP

BMI

CRO

CRH

CRU

CR

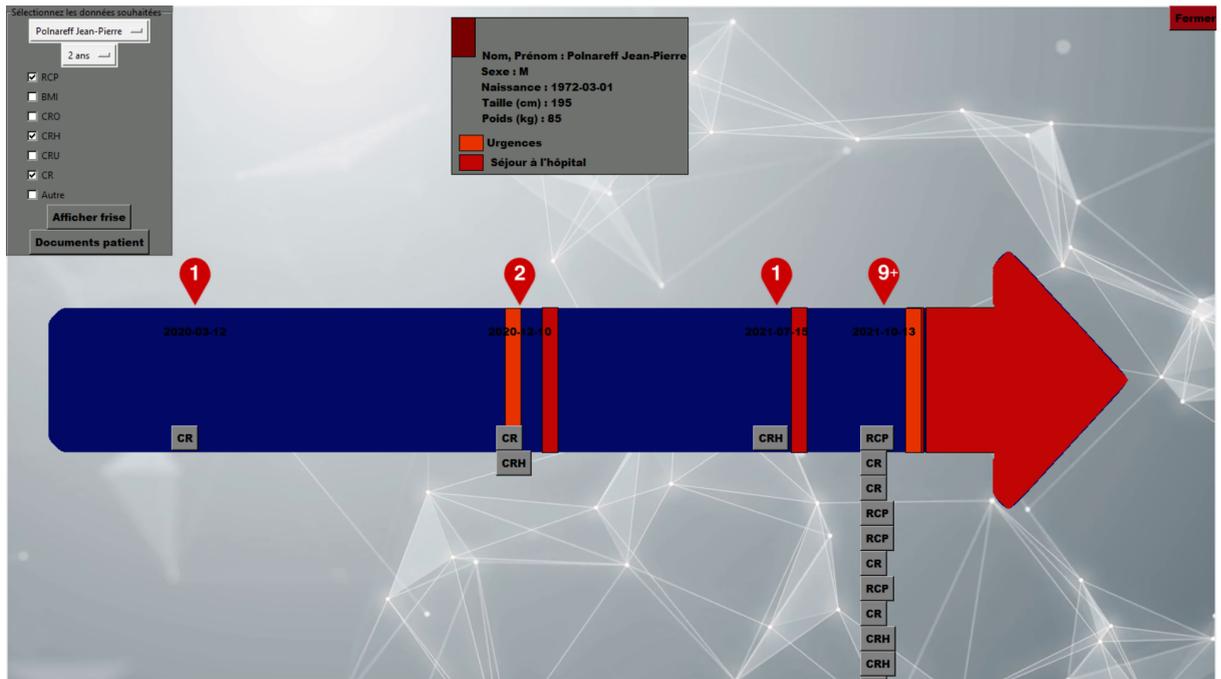
Autre

Afficher frise

Documents patient

Date	Document	Employé	Unité	Fichier lié	Vers... (si C)	Date télév
2021-11-18	Permission	Dr 1	Oncologie	permission.pdf		2021-11-1
2021-11-17	Consulatio	Dr 2	Soins palliatifs	cr_1.pdf		2021-11-1
2021-11-05	PSL RCP	Dr 3	Multi-services	rcp_1.pdf		2021-11-2
2021-11-04	CR Imagerie Scanner du rachis	Dr 4	Scanner	cr_2.pdf		2021-11-2
2021-11-02	CR Imagerie Radio du rachis	Dr 5	Radio	cr_3.pdf		2021-11-2
2021-11-01	Evolution médicale	Dr 6	Orthopédie	evol_1.pdf		2021-11-2
2021-10-29	Lettre médicale	Dr 2	Soins palliatifs	doc_1.pdf		2021-11-2
2021-10-28	CR Anapath	Dr 7	Anapath	cr_4.pdf		2021-11-2
2021-10-28	PSL BMI	Dr 2	Soins palliatifs	bmi_1.pdf		2021-11-2
2021-10-27	Lettre suivi IDE	IDE 1	Soins palliatifs	doc_2.pdf		2021-11-2
2021-10-27	CRH orthopédie	Dr 8	Orthopédie	crh_1.pdf	SUP	2021-11-2
2021-10-27	Suites, sortie, prescriptions	Dr 8	Orthopédie	doc_3.pdf		2021-11-2
2021-10-26	CRH	Dr 2	Soins palliatifs	crh_2.pdf	SSR	2021-11-3
2021-10-26	Evolution médicale	Dr 2	Soins palliatifs	evol_2.pdf		2021-12-0
2021-10-25	PSL RCP	Dr 9	Multi-services	rcp_2.pdf		2021-12-0
2021-10-25	Certificat d'anesthésie difficile	Dr 10	Anesthésie-réanimation	doc_4.pdf		2021-12-0
2021-10-25	CR Anesthésie	Dr 10	Anesthésie-réanimation	cr_5.pdf		2021-12-0
2021-10-19	CRO Anesthésie	Dr 10	Anesthésie-réanimation	cro_1.pdf		2021-12-0
2021-10-19	PSL RCP	Dr 11	Multi-services	rcp_3.pdf		2021-12-0
2021-10-19	Lettre type	Dr 11	Multi-services	doc_5.pdf		2021-12-0
2021-10-19	PSL RCP	Dr 11	Multi-services	rcp_4.pdf		2021-12-0
2021-10-19	CR visite pré-anesthésie	Dr 10	Anesthésie-réanimation	cr_6.pdf		2021-12-0
2021-10-18	Ordonnance	Dr 12	Oncologie	doc_6.pdf		2021-12-1
2021-10-17	CR Imagerie IRM	Dr 13	IRM	cr_7.pdf		2021-12-1
2021-10-15	CR Imagerie Scanner du rachis	Dr 14	Scanner	cr_8.pdf		2021-12-1
2021-10-13	CR RCP	Dr 15	Multi-services	rcp_5.pdf		2021-12-1
2021-10-13	Protocole inclusion cohorte	Dr 16	Anapath	doc_7.pdf		2021-12-1
2021-10-13	Evolution médicale	Dr 2	Soins palliatifs	evol_4.pdf		2021-12-1
2021-10-12	BMI	Dr 2	Soins palliatifs	bmi_2.pdf		2021-12-1
2021-10-11	CRU	Dr 17	Urgences	cru_1.pdf		2021-12-1
2021-07-15	CRH	Dr 18	Oncologie	crh_3.pdf	domicile	2021-12-1
2021-07-07	BMI	Dr 18	Oncologie	bmi_3.pdf		2021-12-1

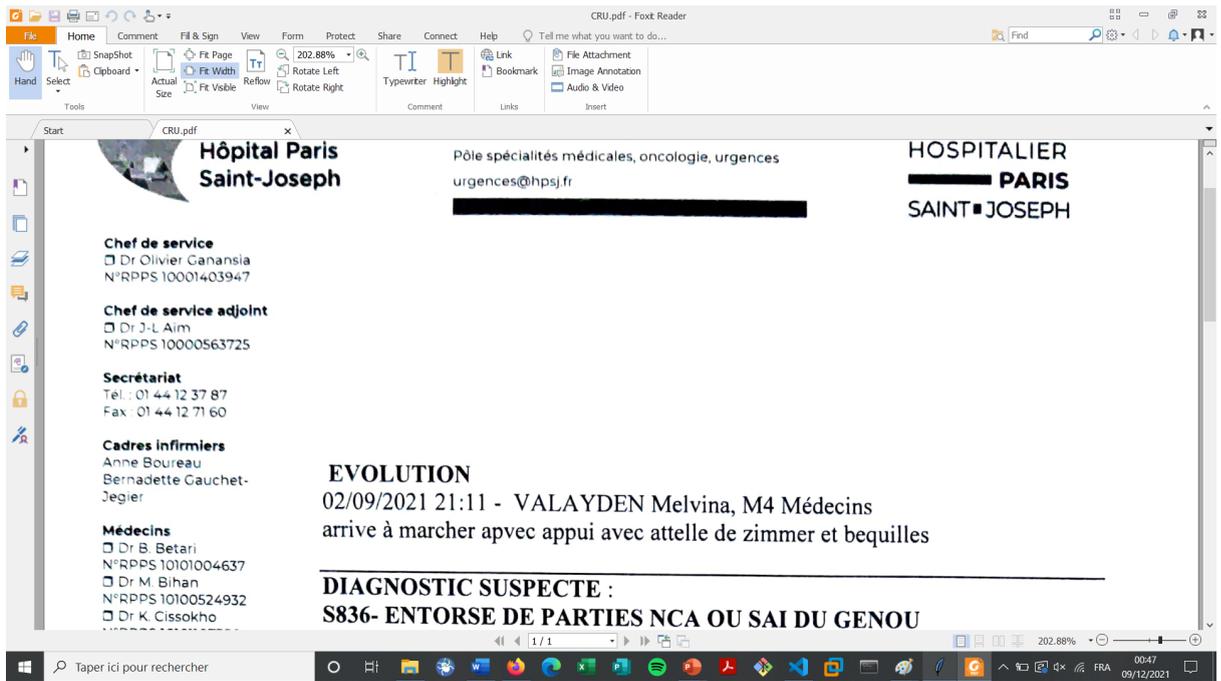
Frise affichée



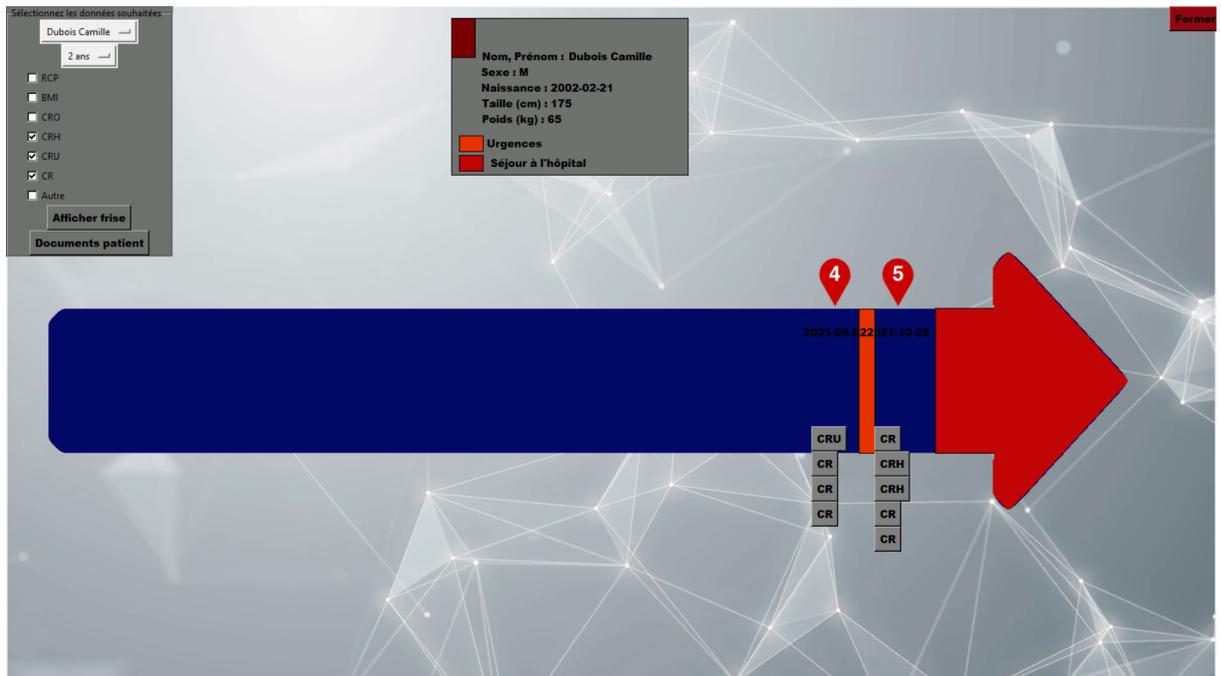
Frise adaptée aux modifications des durées



Ouverture des documents associés par un clic sur le bouton CRU (par exemple)



Sur les 6 derniers mois

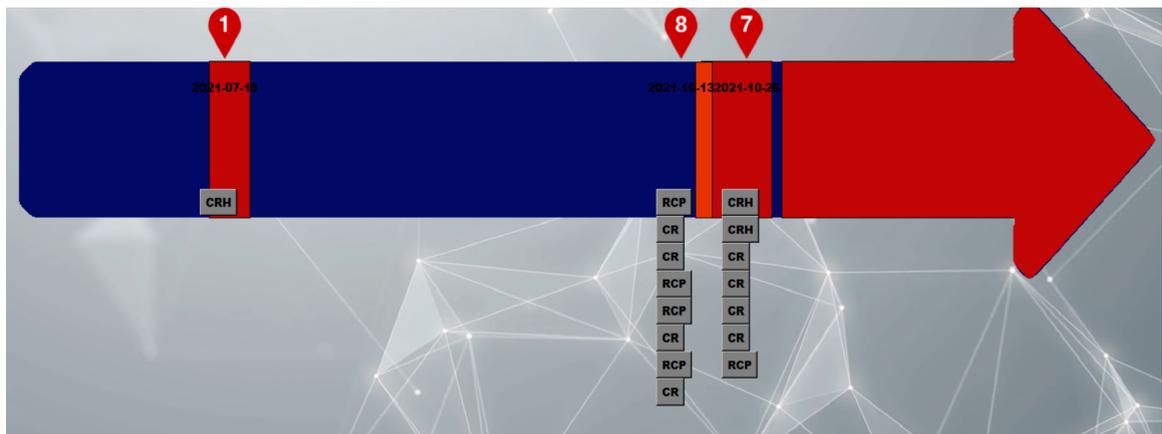


Sur les 2 dernières années

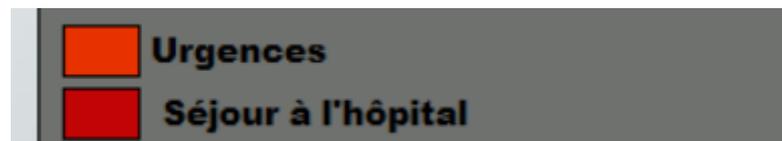
Concaténation d'évènements trop rapprochés dans le temps

Légende

Et placé sur la frise en respectant la cohérence des durées



Code couleur pour les urgences et les séjours à l'hôpital



Remarque : Les trois questionnaires qui suivent sont des ébauches ayant vocation à être personnalisées par les équipes de soin, que ce soit du point de vue des indicateurs ou des symptômes possibles que le médecin souhaite analyser.

Annexe 3.1 Questionnaire d'habitus à destination du patient

- Général : Nom, prénom, téléphone, personne à contacter en cas d'urgence
- Taille
- Poids moyen
- Sexe
- Fumez-vous ? Si oui, à quelle fréquence ?
- Consommez-vous de l'alcool ? Si oui, à quelle fréquence ?
- Prenez-vous des médicaments ? Si oui, les prenez-vous seul ou avec l'aide de quelqu'un ?
- Avez-vous des aides à la maison ? Si oui, à quelle fréquence viennent-ils ?
- Quel est votre régime alimentaire ? (à préciser)
- Pouvez-vous marcher ? Si oui, comment (sans aide, avec une canne, avec un déambulateur)? A quelle fréquence ? Quelle distance parcourez-vous en moyenne par jour ?
- Pratiquez-vous une activité physique régulière ? Laquelle ? A quelle fréquence ? Pendant combien de temps ?
- Quels sont vos antécédents médicaux (à préciser) ?
- A votre connaissance, avez-vous des allergies ?
- Remarques supplémentaires

Annexe 3.2 Questionnaire de suivi à destination du patient

- Avez-vous des difficultés à prendre votre traitement? Sur une échelle de 1 à 10 (1 = aucune difficulté, 10 = beaucoup de difficultés)
- Comment vous sentez-vous vis-à-vis de votre traitement? (temps de prise, contraintes engendrées, douleur, relations avec les proches)
- Sentez-vous des effets secondaires imprévus? Si oui lesquels?
- Avez-vous des troubles du sommeil inhabituels? Si oui, détailler
- Avez-vous remarqué une modification rapide de votre poids (perte de poids rapide ; prise de poids) ?
- Avez-vous remarqué une apparition ou une aggravation d'œdèmes ?
- Votre pression artérielle a-t-elle baissé ?
- Y a-t-il une variation de votre fréquence cardiaque ?
- Ressentez-vous une aggravation de l'essoufflement ?
- Avez-vous une nouvelle toux ?
- Avez-vous récemment fait des malaises inhabituels ?
- Avez-vous des vomissements ?
- Avez-vous de la température ?
- Ressentez-vous une fatigue inhabituelle ?
- Avez-vous des douleurs inhabituelles ?
- Remarques à transmettre à votre équipe de soin

Annexe 3.3 Questionnaire de suivi à destination du proche

- Avez-vous remarqué un changement d'humeur chez le patient ? Si oui préciser
- Avez-vous remarqué une fatigue inhabituelle chez le patient ? Si oui préciser
- Avez-vous remarqué un malaise, une toux ou tout symptôme particulier ? Si oui préciser
- Un changement d'habitude alimentaire inattendu ? Si oui préciser
- Un problème dans la prise du traitement? Si oui préciser
- Remarques supplémentaires à destination de l'équipe de soin

Annexe 3.4 Cahier des charges

Fonctionnalité	Description	Problèmes auxquels elle répond	Apports
Messagerie	Messagerie sécurisée qui inclut l'ensemble des acteurs (CAM, patient et infirmières) et qui contient un système de communication par groupes	Multiplécité des moyens de communication, qui ne sont parfois pas sécurisés (mails, messages etc)	La messagerie évite de multiplier les moyens de communication entre les différents acteurs du dossier médical et permet de centraliser les informations tout en communiquant en groupe si besoin.
Questionnaires	Les questionnaires pourront porter sur les pratiques quotidiennes et l'alimentation du patient, ainsi que sur des renseignements relatifs à sa pathologie. En cas de réponse anormale à un questionnaire, l'application enverra une alerte aux médecins qui suivent le patient. Elle proposera immédiatement au médecin une prise de rendez-vous sur le créneau le plus proche.		Pour le patient: plus accompagné, plus rassuré, meilleure qualité de vie. Pour l'équipe médicale: meilleure prise en charge. Traitement plus adapté donc plus efficace. Donc gain économique. Gain de temps (questions ordinairement posées en consultation désormais numériques). Intervention plus rapide en cas d'urgence.
Calendrier et rendez-vous	Calendrier de RDV qui peut être synchronisé avec d'autres agendas. Il contient un module de rendez-vous qui sensibilise le patient et envoie des rappels des rendez-vous.	Prise de RDV: Le CAM s'assure que les RDV sont pris et que les patients les honorent, par des appels aux secrétaires et au patient directement (importants taux d'absence aux rendez-vous médicaux, qui représentent une perte de temps pour l'équipe médico-sociale).	La prise de RDV en ligne représente un gain de temps considérable pour les CAM. Nombre de rendez-vous non honorés réduit (divisé par 4 par Doctolib). Informations complémentaires sur l'importance du suivi -> sensibilisation pour respecter le parcours de suivi. Gain économique.
Stockage et traitement des données	Les anciens questionnaires seront conservés jusqu'à une date personnalisable par les soignants. À partir des données stockées, et en particulier des prises de sang et des analyses biologiques, une alarme sera déclenchée en cas de résultats hors-normes, s'ils ne l'étaient pas déjà avant.	Si les données ne sont pas conservées toutes au même endroit, la tâche du médecin est bien plus compliquée. Il est en effet obligé de demander au patient ses antécédents médicaux à chaque rendez-vous.	Permet de déclencher des alertes en cas de résultats hors-normes et donc de limiter les risques lors du retour du patient à son domicile. Permet également d'avoir à disposition toutes les données médicales du patient.
Compte-rendus	Facilite la tâche des médecins lorsqu'il s'agit de retracer le parcours de soins d'un individu et l'histoire de ce dernier.	Pour l'instant, les médecins peuvent avoir des difficultés à comprendre le parcours d'un patient, notamment s'il est passé dans d'autres services avant d'arriver dans celui du médecin en question.	Gain de temps énorme des différents acteurs, qui peuvent visualiser le parcours du patient beaucoup plus facilement.
Bilan: une seule plateforme pour tout	Plateforme qui englobe les différentes fonctionnalités ci-dessus: messagerie, questionnaires, calendrier et rendez-vous, stockage et traitement des données et compte-rendus	Multiplécité des plateformes: coordination difficile entre ces dernières car elles ne fonctionnent pas de la même manière et ne sont pas forcément reliées.	Condensation de toutes les informations nécessaires au suivi; optimisation de l'interface pour un gain de temps. Accès à ses propres données personnelles. Généralisation à l'ensemble des suivis post-hospitalisations et des suivis de maladies chroniques.

Fonctionnalité	Point de vue CAM	Point de vue patient	Point de vue proches	Point de vue équipe médicale
Messagerie	Le CAM peut facilement communiquer avec le patient et l'équipe médicale, notamment en cas de problèmes de rendez-vous.	En cas de problème, le patient a un moyen de communication avec l'équipe médicale.		L'équipe médicale peut facilement communiquer avec le patient, et si besoin avec ses proches.
Questionnaires	Doit adapter le planning de rendez-vous aux nouveaux rendez-vous dus à des réponses anormales aux questionnaires.	Le patient doit remplir les questionnaires demandés par les médecins, ainsi que ceux qui portent sur la vie quotidienne. Sa prise en charge est alors améliorée : adaptation efficace des médecins possible grâce aux questionnaires. Le patient est également rassuré par le fait qu'il continue à être suivi après son retour à domicile.	Si désigné par le patient dans la rubrique questionnaires, le proche aura un compte lié à son adresse mail. Il aura des questionnaires sur l'état du patient à remplir.	L'équipe médicale peut personnaliser la fréquence des questionnaires et les questions posées au patient. Les seuils d'alarme sont modifiables par les médecins.
Calendrier et rendez-vous	Le nombre d'heures passées par le CAM sur la prise de rendez-vous est réduite : il vérifie simplement que les rendez-vous sont bien honorés, ce qui est plus simple grâce au calendrier de l'application.	Prise de rendez-vous plus simple et intuitive (car tout se trouve sur la même plateforme), pouvant être synchronisée avec les autres agendas du patient. Le patient peut plus facilement honorer ses rendez-vous grâce aux rappels réguliers.		Modifiable par les soignants et offre des possibilités de rendez-vous avec plusieurs praticiens. Possibilité d'inclure des documents dans les événements pour avoir un accès efficace aux comptes-rendus.
Stockage et traitement des données		Accès facilité aux données médicales et personnelles, notamment utiles lors de la préparation d'un prochain rendez-vous ou d'une hospitalisation.		Questionnaires conservés jusqu'à la date fixée par l'équipe médicale. Alarme déclenchée en cas de résultats anormaux.
Compte-rendus		Le patient devra régulièrement noter ses propres observations (intégré dans les questionnaires), qui seront incorporées aux compte-rendus.	Les proches désignés par le patient pourront effectuer des remarques sur l'état de ce dernier.	Tous les professionnels de santé impliqués dans le suivi du patient noteront leurs observations dans des compte-rendus, et ce de manière régulière.
Bilan : une seule plateforme pour tout	Le CAM a facilement accès aux différents dossiers et à toutes les données qui lui permettent de suivre les patients de manière plus optimisée.	Toutes les données du patient sont centralisées : il peut facilement avoir accès à tout ce qui concerne sa prise en charge. Accès aux différents documents facilitée, ce qui est notamment très pratique sur le plan administratif.		L'équipe médicale peut avoir accès à toutes les données en lien avec la prise en charge des patients. Cela lui évite de devoir naviguer entre différents systèmes qui ne sont pas forcément coordonnés entre eux, et lui permet donc de gagner un temps considérable.

Annexe 3.5 Estimation du coût de développement [27]

Nous avons d'abord élaboré un cahier des charges techniques pour définir précisément toutes les caractéristiques nécessaires à notre application.

	Patient	CAM	Proche	PM	Patient	CAM	Proche	PM	MT	Patient	CAM	Proche	PM					
Onglets	Page d'accueil				Profil					Rendez-vous								
Contenu	Informations sur le site et identification sur le bon profil				Description du profil civil du patient, du profil médical, de l'habitus et du contact d'urgence de la personne					Calendrier des RDV du patient								
Fonctionnalités	Questionnaires et explications de leur intérêt													Lien sur chaque RDV de documents dans la rubrique Examens				
Accès	Edition, contrôle sur les accès du personnel médical				Lecteur pour la partie civile et le contact d'urgence		Lecteur pour la partie civile, éditeur pour le contact d'urgence		Editeur pour tout, sous réserve que le patient lui donne accès		Editeur pour tout		Accès en lecture, rappels des événements 7 jours et 1 jour avant		Editeur des RDV		Lecture	
Implémentation	Ecrans simples	1									3							
	Ecrans complexes					5												
	Formulaires simples	4									1							
	Formulaires complexes					9												
	Ecrans CRUD					13					2							
	Ecrans de gestion spécifique																	
	Imports																	
	Exports																	
Batchs					5					1								

	Patient	CAM	Proche	PM	Patient	CAM	Proche	Personnel médical				
Onglets	Rendez-vous				Questionnaires							
Contenu	Calendrier des RDV du patient				Questionnaires régulier d'évaluation de l'état du patient. En général, questions basiques posées en consultation. Personnalisables.							
Fonctionnalités	Lien sur chaque RDV de documents dans la rubrique Examens											
Accès	Accès en lecture, rappels des événements 7 jours et 1 jour avant		Editeur des RDV		Lecture		Questionnaire patient auquel répondre régulièrement, choisit qui a accès à quelles réponses. Nb : comme dans le DMP, le MT a accès à tout		Questionnaire proche auquel répondre régulièrement		Paramétrer les questionnaires patient et proche, définir les alertes (l'infirmière ?)	
Implémentation	Ecrans simples	3				3						
	Ecrans complexes											
	Formulaires simples	1										
	Formulaires complexes					2						
	Ecrans CRUD	2				3						
	Ecrans de gestion spécifique					2						
	Imports					2						
	Exports					1						
Batchs	1				2							

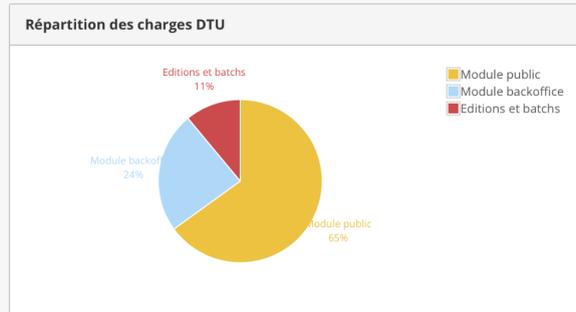
	Patient	CAM	Proche	PM	CAM	Patient	CAM	Proche	PM	MT	Bilan du projet web		
Onglets	Résultats d'examen				Création du profil patient, sélectionner les domaines concernés,							Projet complexe	
Contenu	Tout type d'examen, compte-rendus et notes.				Messagerie							Design sur mesure	
Fonctionnalités	Synchronisation avec le DMP. Traitement des données et déclenchement d'alerte si le résultat est anormal et qu'il ne l'était pas précédemment				Communication entre les différents intervenants du cercle de soin							Gestion des droits par ACL	
Accès	Lecteur		Editeur		Echanges avec le CAM et le MT		Echanges avec tout le monde (fait le lien entre l'équipe médicale et le patient)		Echanges avec le CAM et le MT		Echanges avec tout le monde	Gestion des traces applicatives	
Implémentation	Ecrans simples	2				1							4
	Ecrans complexes					4							15
	Formulaires simples	1											4
	Formulaires complexes					4							14
	Ecrans CRUD	3				1							18
	Ecrans de gestion spécifique					1							7
	Imports	1											3
	Exports	1											1
Batchs	1				5							14	

A l'aide d'un système de devis en ligne [27], nous avons pu obtenir un ordre de grandeur du financement du projet.

Voici l'estimation de votre projet Web

L'estimation suivante est basée sur les informations que vous nous avez fournies.

 196 j. JOURS DTU	 3 dev. TAILLE MAX. DE L'ÉQUIPE	 14 sem. DÉLAI DE RÉALISATION	 88000 € PRIX MOYEN FRANCE
--	--	--	---



Coûts en €

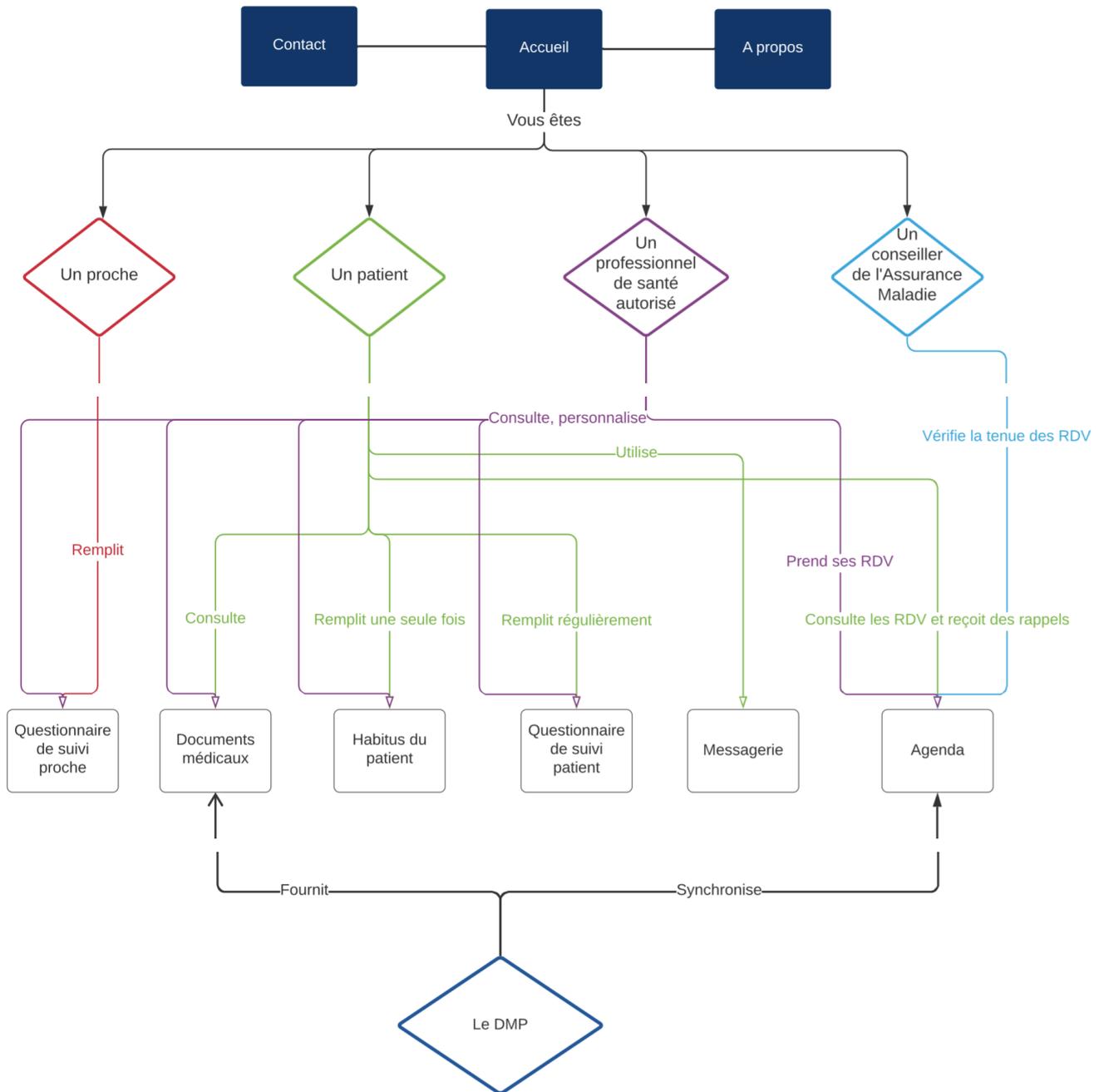
Structure employée	TJM	Coût
Structure offshore/nearshore	300€ i	58659 €
SSII	480€ i	93853 €
Agence Web	450€ i	87988 €
Freelance	410€ i	80167 €

i Cette estimation prend en compte l'utilisation d'un framework.

Cette estimation a été obtenue avec les données suivantes :

Données utilisées pour l'estimation	
Paramètre	Valeur
Projet	✗
Description	✗
Complexité	Projet complexe, de nombreux points d'attention
Ecrans simples	4
Ecrans complexes	15
Formulaires simples	✗
Formulaires complexes	14
Ecrans CRUD	18
Ecrans spécifiques	7
Imports	3
Exports	1
Batches	7
Qualité du design	Design sur mesure
Internationalisation	✗
Boutique en ligne	✗
Paiement en ligne	✗
Gestion des droits par ACL	✓
Traces applicatives	✓
Partage social	✗
Performances	Temps de réponse < 1 seconde
Trafic	Très fort trafic (pic utilisateurs simultanés > 800)
Contrainte d'accessibilité	✓
Design responsive	✓
Optimisations SEO	✗
Reprise de données	✓
Utilisation d'un framework	✓
Utilisation d'un CMS	✗

Annexe 3.6 Diagramme de structure de l'application



Annexe 4.1 programme d'agrégation des données

```
1 import pandas as pd
2 import numpy as np
3
4 df = pd.read_csv("data_idf_corrige.csv")
5 d=10000
6 k=1852 * 60
7
8 L_denshab, L_densmed = [], []
9 n = len(df.index)
10
11 for ind_i in range(n):
12     i = df.index[ind_i]
13     lat, long = df.loc[i, ['latitude', 'longitude']]
14     lat, long = float(lat), float(long)
15     L_index = []
16     hab_tot, surf_tot, med_tot, elig8mo_tot = (0,0,0,0)
17     for ind_j in range(ind_i, n) :
18         j = df.index[ind_j]
19         phi, lbd = df.loc[j, ['latitude', 'longitude']]
20         phi, lbd = float(phi), float(lbd)
21         x = lat - phi
22         y = (lbd - long) * np.cos((phi - lat) / 2)
23         if x**2+y**2 <= (d/k)**2 :
24             hab, surf, med, elig8mo = df.loc[j, ['population', 'superficie', 'nbr_medecins', 'elig8mo']]
25             hab_tot += hab
26             surf_tot += surf
27             med_tot += med
28             elig8mo_tot += elig8mo
29         if abs(phi-lat) > d/k :
30             break
31     for ind_j in range(ind_i-1, 0, -1) :
32         j = df.index[ind_j]
33         phi, lbd = df.loc[j, ['latitude', 'longitude']]
34         phi, lbd = float(phi), float(lbd)
35         x = lat - phi
36         y = (lbd - long) * np.cos((phi - lat) / 2)
37         if x**2+y**2 <= (d/k)**2 :
38             hab, surf, med, elig8mo = df.loc[j, ['population', 'superficie', 'nbr_medecins', 'elig8mo']]
39             hab_tot += hab
```

Annexe 4.2 programme de constitution des listes

```
1 import pandas as pd
2 import numpy as np
3
4
5 df = pd.read_csv('data_idf.csv', index_col = 'code_insee')
6 df_corrigee = df.copy()
7 df = df[['nom_com', 'taux_elig_tc', 'population']]
8
9 Insee_E_Aide = []
10 Insee_E_traitant = []
11 E_traitant = []
12 E_aide = []
13 population_benef = 0
14
15 df['unsorted_status'] = 1
16
17 for idx_E_T in df[ (df['taux_elig_tc'] >= 0) & (df['unsorted_status'] == 1) ].index:
18
19     # --- Cellule de tri ---
20     nbr_credeaux = df.loc[idx_E_T, 'taux_elig_tc'] * df.loc[idx_E_T, 'population']
21     data = df[(df['taux_elig_tc'] < 0) & (df['unsorted_status'] == 1)]
22     data['nbr_elig'] = (data['taux_elig_tc'] * data['population'] + nbr_credeaux)
23     data['nbr_elig'] = data['nbr_elig'].abs()
24     idx_E_Aide = data['nbr_elig'].idxmin()
25     # --- fin du tri ---
26
27     Insee_E_Aide.append(idx_E_Aide)
28     Insee_E_traitant.append(idx_E_T)
29
30     E_traitant.append(df.loc[idx_E_T, 'nom_com'])
31     E_aide.append(df.loc[idx_E_Aide, 'nom_com'])
32
33     # Enelever le nombre de patent pris en charge à la commune en surplus
34     if (data.loc[idx_E_Aide, 'taux_elig_tc'] * data.loc[idx_E_Aide, 'population'] + nbr_credeaux) < 0 :
35         df.loc[idx_E_Aide, 'taux_elig_tc'] = - data.loc[idx_E_Aide, 'nbr_elig'] / df.loc[idx_E_T, 'population']
36     else:
37         df.loc[idx_E_Aide, 'unsorted_status'] = 0
38
39
40 # Dire que les communes ont été trié
41 df.loc[idx_E_T, 'unsorted_status'] = 0
42 df_corrigee.loc[idx_E_T, 'population'] -= nbr_credeaux
43 df_corrigee.loc[idx_E_Aide, 'population'] += nbr_credeaux
44 population_benef += nbr_credeaux
45 print(population_benef)
46
47 export_dic = {'Commune E-traitante': E_traitant, 'Commune desertifiée': E_aide, 'Insee_E_Traitant': Insee_E_traitant, 'Insee_E_Aide': Insee_E_Aide}
48 export = pd.DataFrame(export_dic)
49
50 export.to_csv('trie_commune.csv')
51 df_corrigee.to_csv('data_idf_corrigee.csv')
```

Annexe 4.3 programme d'affichage des cartes

```
1 import geopandas as gpd
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import pandas as pd
4
5 df = pd.read_csv("data_idf.csv", index_col=False)
6 sf = gpd.read_file("france-geojson/departements-version-simplifiee.geojson")
7 sfbis = gpd.read_file("france-geojson/communes-version-simplifiee.geojson")
8 df.drop(df.columns[df.columns.str.contains('unnamed',case = False)],axis = 1, inplace = True)
9 df['code_insee'] = df['code_insee'].astype(str)
10 df['med_par_hab'] = df['densite_med'] / df['densite_hab']
11 df['dens_30mo'] = df['elig30mo'] / df['population']
12
13 for i in df.index :
14     if df.loc[i, 'med_par_hab'] == 0 :
15         df.loc[i, 'taux_sans_med'] = 1
16     else :
17         df.loc[i, 'taux_sans_med'] = (1 - 850*df.loc[i, 'med_par_hab'])
18
19 print(df['med_par_hab'].var())
20
21 df['taux_elig_tc'] = df['taux_sans_med']*df['elig30mo'] / df['nbr_logements']
22 df['taux_elig_tc'] = df['taux_elig_tc'].where(df['taux_elig_tc']>0, other=df['taux_elig_tc']/10)
23
24 sfbis = sfbis.merge(df[['code_insee', 'med_par_hab', 'taux_sans_med', 'taux_elig_tc']], left_on='code', right_on='code_insee').drop('code', axis=1)
25 max=sfbis['med_par_hab'].max()
26 fig, base = plt.subplots()
27 sfbis.plot(column='med_par_hab', legend=True, legend_kws={'label': "Médecins par habitants"}, missing_kws={'color': 'lightgrey'}, ax=base)
28 base.set_facecolor("#f2f2f2")
29 fig.set_facecolor("#f2f2f2")
30 plt.show()
```