

**PROGRAMME INSTITUTS ET
INITIATIVES**

Appel à projet – campagne 2021

Proposition de projet de recherche doctoral (PRD)

Choisissez l'institut ou l'initiative :

Intitulé du projet de recherche doctoral (PRD): L'Intelligence Artificielle au service d'une médecine personnalisée et de précision : une approche de philosophie empirique

Directrice ou directeur de thèse porteuse ou porteur du projet (titulaire d'une HDR) :

NOM : **Guchet** Prénom : **Xavier**
Titre : Professeur des Universités ou
e-mail : xavier.guchet@utc.fr
Adresse professionnelle : Université de technologie de Compiègne
(site, adresse, bât., bureau) Rue du Dr Schweitzer CS 60319
60203 COMPIEGNE CEDEX

Unité de Recherche :

Intitulé : COSTECH
Code (ex. UMR xxxx) : UPR 2223

École Doctorale de rattachement de l'équipe (future école doctorale de la doctorante ou du doctorant) : ED71 - Sciences pour l'ingénieur UTC

Doctorantes et doctorants actuellement encadrés par la directrice ou le directeur de thèse (préciser le nombre de doctorantes ou doctorants, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) : 7 doctorant.e.s.

-Inscription en 2014, quotité d'encadrement 100%, soutenance prévue à l'automne 2021

-Inscription en 2016, quotité d'encadrement 50%, soutenance prévue en juin 2021

-Inscription en 2016, quotité d'encadrement 50%, soutenance prévue en nov. ou déc. 2021

-Inscription en 2017, quotité d'encadrement 100%, soutenance prévue fin 2021 ou premier semestre 2022

-Inscription en 2019, quotité d'encadrement 50%

-Inscription en 2020, quotité d'encadrement 50%

-Inscription en 2020, quotité d'encadrement 50%



Co-encadrante ou co-encadrant :

NOM : **Billaud** Prénom : **Marc**
Titre : Directeur de Recherche ou HDR
e-mail : marc.billaud@lyon.unicancer.fr

Unité de Recherche :

Intitulé : Centre de Recherche en Cancérologie de Lyon
Code (ex. UMR xxxx) : UMR INSERM 1052 CNRS 5286

École Doctorale de rattachement :

Choisissez un élément :

Ou si ED non Alliance SU : **ED BMIC**

Doctorantes et doctorants actuellement encadrés par la directrice ou le directeur de thèse (préciser le nombre de doctorantes ou doctorants, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) : 1 étudiant; 1^{ère} année d'inscription : 2018; encadrement à 50%

Co-encadrante ou co-encadrant :

NOM : **11** Prénom :
Titre : Choisissez un élément : ou HDR
e-mail :

Unité de Recherche :

Intitulé :
Code (ex. UMR xxxx) :

Choisissez un élément :

École Doctorale de rattachement :

Ou si ED non Alliance SU :

Doctorantes et doctorants actuellement encadrés par la directrice ou le directeur de thèse (préciser le nombre de doctorantes ou doctorants, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) :

Cotutelle internationale : Non Oui, précisez Pays et Université :

Selon vous, ce projet est-il susceptible d'intéresser une autre Initiative ou un autre Institut ?

Non Oui, précisez Choisissez l'institut ou l'initiative :

Description du projet de recherche doctoral (*en français ou en anglais*) :

Ce texte sera diffusé en ligne : il ne doit pas excéder 3 pages et est écrit en interligne simple.

Détailler le contexte, l'objectif scientifique, la justification de l'approche scientifique ainsi que l'adéquation à l'initiative/l'Institut.

Le cas échéant, préciser le rôle de chaque encadrant ainsi que les compétences scientifiques apportées. Indiquer les publications/productions des encadrants en lien avec le projet.

Préciser le profil d'étudiant(e) recherché.

I-Contexte et enjeux de la thèse

Après vingt ans de mise en œuvre, le concept de « médecine personnalisée » connaît deux évolutions notables.

La première est l'élargissement de ce concept, initialement très génocentré et lié aux grandes études pangénomiques, au-delà de la génomique et de ses technologies associées. Cet élargissement s'est fait dans le sens d'une intégration toujours plus poussée des différents niveaux de complexité du vivant - le génome, l'épigénome, le transcriptome, le métabolome, l'interactome, et jusqu'à l'exposome, défini comme l'ensemble des facteurs auxquels un individu est exposé tout au long de sa vie et qui ont un impact sur son état de santé (Guchet 2017 et à paraître).

L'élargissement s'est fait aussi dans le sens d'une extension du concept de médecine personnalisée à des domaines de la bioingénierie et de la biomédecine qui ne sont pas centralement concernés par l'analyse des biomolécules et par l'identification de biomarqueurs moléculaires (pour le diagnostic précoce, le pronostique ou le suivi thérapeutique). Ainsi, l'ingénierie des tissus et des organes (bio)artificiels, en plein essor, s'inscrit-elle désormais dans le grand programme de la médecine personnalisée (Guchet et Legallais 2019).

La seconde évolution notable du concept de médecine personnalisée est dans le développement de nouvelles technologies qui ne relèvent pas de la grande famille des technologies dites « -omiques ». En particulier, l'impression 3D et l'Intelligence Artificielle (IA), notamment les IA à base d'apprentissage automatique ou machine learning (ML) (Azuaje 2019; Rajkomar et al 2019). Ce dernier suscite actuellement un fort engouement pour toutes sortes d'applications en médecine :



affiner le diagnostic et le pronostic, prédire l'efficacité des traitements par exemple (pour la cancérologie, voir par ex. Londhe et Bhasin 2019, Nardini 2020). Les technologies de ML sont pour l'essentiel en cours de développement, parfois à un stade très avancé et proche de la clinique, mais elles sont encore très peu déployées dans la routine clinique (He et al 2019). Elles sont cependant d'ores et déjà l'objet d'une importante littérature, portant notamment sur les enjeux éthiques et de régulation qu'elles soulèvent (pour un aperçu général de ces enjeux, voir notamment Gerke et al 2020; Morley et al 2020). Ces enjeux concernent principalement l'information aux patients (comment le médecin doit-il annoncer à la/au patient.e un diagnostic qui a été établi avec l'aide d'une IA ?), le consentement éclairé des patients (notamment pour l'accès aux données qui devront servir à l'entraînement des IA), la protection des données personnelles, la transparence et l'explicabilité des algorithmes en particulier s'il s'agit d'apprentissage profond ou deep learning, à base notamment de réseaux de neurones (lesquels construisent des chemins décisionnels qui ne sont pas compréhensibles par les médecins, ni même par les ingénieurs concepteurs, et qui sont donc des « boîtes noires »), les « biais » algorithmiques (lorsqu'un algorithme de ML est entraîné sur une base de données qui reproduit, dans sa structure même et dans la façon dont les données sont labellisées, les inégalités sociales existantes – préjugés raciaux, de genre etc.).

Toutefois, très peu de publications abordent un sujet pourtant crucial : l'impact que les IA en cours de développement auront concrètement sur l'activité du médecin. La seule étude à grande échelle, réalisée dans le but de documenter cette question, révèle que les médecins impliqués dans l'étude s'attendent à des impacts très limités de ces dispositifs sur leurs pratiques (Blease et al 2019).

Plus précisément, ce sujet est abordé mais le plus souvent de façon très abstraite. L'argument majeur est que les IA ont vocation à remplacer le médecin dans certaines de ses activités. On ne compte plus les études qui comparent les performances des experts médicaux et celles des IA, pour conclure le plus souvent à l'avantage des secondes (pour certaines tâches comme le diagnostic, elles font mieux que les experts, ou aussi bien que lui mais en un temps plus court ; voir par ex. Rodriguez-Ruiz et al 2019, pour le cancer du sein). Ces études comparées justifient la logique de substitution : si les IA exécutent mieux et/ou plus vite certaines tâches, il est rationnel de leur déléguer celles-ci. A toutes celles et tous ceux qui s'inquiètent de la possible disparition du médecin et de son remplacement par des IA, en particulier en radiologie, pathologie, ophtalmologie, dermatologie (Obermeyer et Emanuel 2016; Budd 2019), ainsi que du danger de « déshumanisation » d'une médecine de plus en plus confiée aux machines, il est expliqué d'une part que les IA n'ont aucunement vocation à se substituer au médecin : il s'agit simplement de leur confier l'exécution de certaines tâches particulièrement fastidieuses et/ou chronophages, qui gagneront à être automatisées (Verghese et al 2018). En aucun cas la machine ne pourra évincer l'intelligence humaine, requise à toutes les étapes de la conception jusqu'à l'implémentation et l'utilisation des IA dans la clinique (Guillermin 2018) ; d'autre part, que ce gain de temps permettra au médecin de se consacrer aux tâches les plus importantes et à haute valeur ajoutée, au grand bénéfice des patients et de la qualité de la relation médecin/patients (Jha et Topol 2016; Topol 2016; Ostherr 2020). Les médecins ne seront pas remplacés par des IA, ils seront secondés voire « augmentés » par elles (He et al 2019), toute la question étant d'examiner dans quelle mesure le soin peut être assisté par les IA (Cockelbergh 2010). L'argument peut alors être associé à une thèse bien connue : les IA ne seront que des outils d'aide à la décision, elles permettront au médecin de continuer à faire ce qu'il a toujours fait, mais mieux. L'utilisation des IA pour l'aide à la décision est au demeurant le sujet le plus traité dans la littérature, voir sur ce point la revue faite par Charlet et Bringay (2019).

Ces explications qui se veulent rassurantes sont cependant insuffisamment étayées sur des études empiriques. Rares sont les travaux qui discutent exemples à l'appui cette question de la différence entre des IA se substituant au médecin et des IA suppléant le médecin dans l'exécution de certaines tâches jugées aisément automatisables. Rares aussi sont les travaux qui examinent concrètement la façon dont les IA à base d'apprentissage automatique, là où elles sont déjà mises en œuvre, reconfigurent la pratique médicale. En d'autres termes, si la distinction entre supplanter le médecin (se substituer à lui) et suppléer le médecin paraît claire, la notion même de suppléance demeure en



réalité très floue. Que signifie exactement et concrètement, pour une IA, « suppléer » le médecin dans l'exécution de certaines tâches ? Dans quelle mesure cette suppléance, loin de se limiter à n'être qu'une aide à la décision pour le médecin, peut-elle potentiellement entraîner, à l'avenir, une reconfiguration en profondeur de la connaissance des maladies (registre épistémique), de la relation médecin/patient (registre éthique) et des professions médicales (formation et compétences requises, risque de déqualification des médecins voir par ex. Cabitza et al 2017, redistribution des tâches entre les différents acteurs du soin, organisation des parcours de soin – registre institutionnel) ?

Ce manque d'études empiriquement étayées des relations médecins/IA dans la pratique médicale se paye d'une relative indétermination, voire d'une imprécision touchant certaines questions qui pouvaient sembler claires au premier abord. Ainsi, que signifie exactement « explicabilité » des algorithmes de ML ? Les médecins utilisent au quotidien des outils qui sont aussi des « boîtes noires » pour eux, sans que cela semble soulever systématiquement de difficultés particulières. Par exemple, un médecin peut ignorer comment un score a été construit, cela ne l'empêche pas de l'utiliser dans sa pratique. Il peut aussi prescrire un médicament dont il ne connaît pas parfaitement le mécanisme d'action, et qui est donc aussi pour lui une boîte noire (Topol 2019). Jusqu'où les médecins ont-ils effectivement besoin de regarder à l'intérieur de la boîte noire des dispositifs de ML ? L'une des rares études empiriques sur l'implémentation du ML dans la clinique montre que cette question ne se traite pas de façon générale, la réponse dépend des hôpitaux, des services, des spécialités (Clare Elish 2018, Sendak et al 2020). L'explicabilité des algorithmes d'apprentissage profond n'est pas une question technique seulement, mais une question qui doit être posée au croisement d'enjeux institutionnels, professionnels, interpersonnels (Miller 2017) – il s'agit par conséquent d'une question relevant des sciences sociales.

Un enseignement de ce type d'études empiriques est que la question de l'implémentation des IA en clinique ne peut être traitée que contextuellement, ce qui au demeurant soulève l'épineuse difficulté de la généralisation des dispositifs d'IA en dehors du contexte à partir duquel (données collectées pour leur entraînement) et pour lequel (types de services cliniques au sein desquels ils doivent être déployés) ils ont été conçus. Or, la littérature actuelle manque d'études précises sur le travail de contextualisation nécessaire afin que les IA puissent être déployées et utilisées dans la clinique (Mateescu et al 2019).

La littérature existante est également très lacunaire concernant les ingénieurs concepteurs des IA médicales. Comment interagissent-ils avec les cliniciens dans le cours du développement technologique ? Comment « embarquent »-ils les exigences des soignants dans l'architecture et les fonctionnalités des dispositifs ? Certains font remarquer que les cliniciens sont rarement impliqués en amont de la conception des dispositifs d'IA (Sendak et al 2020). Ce point mérite d'être mieux documenté qu'il ne l'est actuellement.

II-Objectif scientifique de la thèse et programme de travail

La thèse devra combler les lacunes de la littérature, en déployant une approche de philosophie empirique « de terrain ». La question directrice de la thèse est la suivante : à partir d'une étude de terrain qui devra être menée sur les différents dispositifs d'IA utilisés en routine clinique en France, et pour lesquels nous avons donc déjà un retour d'expérience possible, peut-on dégager des éléments de réflexion généraux sur l'impact des IA sur la connaissance médicale, sur la pratique des médecins, sur les environnements de soin, sur les relations entre les professions médicales, sur la relation médecins/patient.e.s ? Un enjeu de la thèse sera d'examiner l'hypothèse que pour réussir à être implantées avec succès et à être effectivement utilisées par les soignants, les IA devront faire l'objet d'un travail complexe et patient de contextualisation, et ceci très en amont dans le processus de conception, avec pour corollaire que la généralisation de ces dispositifs impliquera nécessairement, au cas par cas, un travail de décontextualisation/recontextualisation.



Si la finalité des IA n'est pas de remplacer le médecin, mais de le suppléer, la thèse devra examiner ce qu'il faut entendre exactement par-là, en dégageant les conditions requises pour que cette suppléance soit effective. Sur ce point, il s'agit de poursuivre la réflexion initiée par Sendak et al (2020) qui ont précisément identifié quatre conditions pour l'implémentation des IA dans la clinique : "define the problem in context, build relationships with stakeholders, respect professional discretion, and create ongoing feedback loops with stakeholders".

Il s'agira dans un premier temps de réaliser un état de l'art sur la question de l'impact des IA en médecine, et de cartographier les développements d'IA médicales en cours sur le territoire français. Dans un second temps, il s'agira de mener les enquêtes de terrain, en veillant à ne négliger aucun des acteurs concernés : l'ensemble des soignants (médecins de diverses spécialités et de divers services, mais aussi infirmiers.ères), les ingénieurs qui développent les dispositifs, les patient.e.s.

III-La co-direction de thèse

La thèse sera co-dirigée par Xavier Guchet (philosophe, Université de technologie de Compiègne) et par Marc Billaud (biologiste, CNRS, Centre Léon Bérard).

X. Guchet apporte la compétence de philosophie de la technique. La thèse bénéficiera notamment de l'expertise du directeur de thèse sur les travaux les plus récents touchant la question de « l'agentivité » des techniques – c'est-à-dire touchant la question de savoir dans quelle mesure, et comment, les techniques contribuent à configurer les connaissances et les pratiques humaines. La thèse bénéficiera également de l'expérience de X. Guchet dans le domaine de la philosophie « de terrain ».

M. Billaud apporte la compétence d'un biologiste, spécialiste de cancérologie (un domaine particulièrement concerné par les IA), qui suit de très près l'arrivée des nouvelles technologies dans la clinique. Le Centre Léon Bérard, dont M. Billaud dirige le département SHS, est par ailleurs un lieu important de développement de dispositifs d'IA médicales (en cancérologie).

IV-Adéquation de la thèse à l'AAP de l'Initiative Humanités Biomédicales

Le projet de thèse s'inscrit dans l'axe 2 de l'AAP de l'Initiative, concernant l'évolution des techniques et l'introduction de l'IA dans le champ de la santé

V-Profil demandé

La/le candidat.e pourra être issu d'un cursus en philosophie (titulaire d'un Master de philosophie, avec une spécialité soit en philosophie de la médecine, soit en philosophie de la technique, soit en philosophie de la biologie. Une expérience de la philosophie « de terrain » sera appréciée), soit d'un cursus en ingénierie ou d'un cursus médical, à condition de démontrer une forte appétence pour la réflexion philosophique.

**Merci d'enregistrer votre fichier au format PDF et de le nommer :
«ACRONYME de l'initiative/institut – AAP 2021 – NOM Porteur.euse Projet »**

*Fichier envoyer simultanément par e-mail à l'ED de rattachement et au programme :
cd_instituts_et_initiatives@listes.upmc.fr avant le 20 février.*