



**HAL**  
open science

# Informatique, Robotique Médicale et Données : le point de vue de l'informaticien

Gilles Dequen

► **To cite this version:**

Gilles Dequen. Informatique, Robotique Médicale et Données : le point de vue de l'informaticien. Journal de droit de la santé et de l'assurance maladie, 2023, 38. hal-04694676

**HAL Id: hal-04694676**

**<https://hal.science/hal-04694676v1>**

Submitted on 11 Sep 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Informatique, Robotique Médicale et Données : le point de vue de l'informaticien

**Gilles Dequen**

Professeur en informatique, Université de Picardie Jules Verne

Alors qu'il s'agit d'un terme largement utilisé dans le domaine de la robotique, et notamment de la robotique en santé, les termes de l'Intelligence Artificielle (I.A.) sont peu caractérisés et, même s'ils se réfèrent à une idée commune, regroupent un large spectre de disciplines et de problématiques scientifiques. L'une de ces références concerne la notion même d'Intelligence qui n'admet pas nécessairement la même définition, qu'elle soit appréhendée par une société occidentale ou orientale. Nous centrons notre propos ici sur le sens logico-mathématique, selon Howard Gardner, où l'Intelligence renvoie à la capacité à pouvoir conduire un raisonnement fondé sur les principes formels de déduction, d'abduction et d'induction. Dans le cadre des propos développés ici, il s'agit, après avoir identifié quels pouvaient être les usages des I.A. en chirurgie - une aide à la décision **(I)** - de livrer quelques réflexions, de l'Informaticien, sur les principales questions que soulève l'utilisation d'une I.A., à savoir : la dégradation de la réalité qu'implique toute numérisation **(II)** ; la délicate gestion des données **(III)** ou encore l'autonomie d'une I.A. **(IV)**.

## I- Un cas d'usage de l'IA en chirurgie : une aide à la décision pour l'ablation percutanée

Afin de comprendre l'utilisation de l'I.A. appliquée au domaine chirurgical, on peut partir d'un cas d'usage : l'aide à la décision pour l'ablation percutanée. La base de travail est une imagerie médicale qui fait l'objet d'une segmentation qui va nous donner un volume en trois dimensions représentant la lésion. Cette première étape suppose un échantillonnage par le biais de l'imagerie médicale. Autrement dit, la lésion est numérisée.

L'aide à la décision chirurgicale consiste à fournir une solution, i.e. un scénario opératoire, permettant de réaliser le traitement de cette lésion avec un minimum de gestes chirurgicaux par le biais de l'élévation de la température. En pratique, la thermoablation « traite » un volume de taille variable, contrôlé par le chirurgien, dont la forme est sphérique. Le contrôle du chirurgien se résume donc à déterminer le rayon de cette sphère de traitement. Du point de vue de l'informaticien, la question se ramène au contexte académique dit de « packing », faisant intervenir une modélisation puis une résolution, et visant à déterminer le nombre et les caractéristiques (i.e. rayon) de sphères minimaux permettant d'englober totalement (i.e. de traiter) le volume 3D (i.e. la lésion) en minimisant les « débordements » (i.e. les traitements appliqués à des tissus sains). A titre d'illustration, un scénario faisant intervenir quatre sphères de traitement (i.e. quatre thermoablations) suppose, dans le pire des cas, que le chirurgien réalise deux gestes pour deux trajectoires robotiques.

Au-delà du bien-être du patient, l'intérêt d'une telle personnalisation de la chirurgie sous assistance du calcul (i.e. l'I.A.) reste, la sécurisation, l'optimisation et la reproductibilité du geste. In fine, ce type d'approche consiste en une numérisation du geste chirurgical. La numérisation au sens large induit un certain nombre de contraintes mais aussi d'avantages comme par exemple la reproductibilité, et par extension l'historisation des données permettant, au besoin, de construire rétrospectivement des aides à la décision (i.e. I.A.) de multiples natures et ainsi entrer objectivement des cycles d'amélioration des techniques (e.g. Modèle de prédiction de la récurrence).

## II- Numériser et robotiser : une réalité dégradée

Une machine « numérique » dont le fonctionnement est fondé sur le calcul est considérée par la Science Informatique comme étant une machine « de Turing », du nom du fondateur de la théorie de la « Calculabilité ». Le processus de numérisation, au sens large, n'est pas exempt de défaut. Ainsi, il induit nécessairement une dégradation de la réalité. Par conséquent, dès lors qu'une machine est utilisée et tente d'imiter « l'expertise Humaine » par le calcul numérique, la représentation même des calculs est imparfaite. A titre d'illustration, le concept d'infini, assez commun en mathématiques, est inconnu de la machine. Cela n'exclut pas que la machine travaille avec ce concept mais cela suppose que les informaticiens auront pour mission à un moment donné « d'expliquer » à la machine que cet « infini » sera égal à une donnée qui aura été préalablement choisie, ce qui constitue en soi une « hérésie mathématique ». La machine a donc une représentation imparfaite du calcul. Il est ainsi aisé de comprendre que rien ne garantit qu'un calcul réalisé par une machine soit juste. Par extension, cet état de fait est avéré à toutes les étapes d'un développement informatique, incluant les Intelligences Artificielles.

Ainsi, le codage résultant de la conception d'un algorithme n'offre pas beaucoup plus de garantie. Le codage d'un algorithme par l'humain n'induit aucune preuve que cette transcription est conforme à ce qui a été imaginé. In fine, les outils numériques, « intelligents » ou pas, n'ont de valeur que par la confiance que leur accorde leurs usagers. Cette confiance peut toutefois être fondée sur des mesures de robustesse et de fiabilité de l'usage, pour la plupart empiriques. Par conséquent, au-delà de cette « confiance », du point de vue théorique, il n'y a pas de raison particulière de penser qu'un calcul résultant d'une I.A. et mis en œuvre par un robot soit plus fiable que le geste d'un chirurgien. L'élément principal qui pourrait amener à le penser relève d'une démarche purement empirique, expérimentale et évidemment mesurable (e.g. Il y a moins de re-rupture à court et moyen termes si le robot a été utilisé pour pratiquer la reconstruction d'un ligament croisé antérieur).

Concernant la question de la responsabilité des machines, le point de vue de l'Informaticien est à considérer de façon nuancée dans la mesure où cela sort de son champ d'expertise. Toutefois, il peut être intéressant de noter que la machine, l'I.A., le Robot (chirurgical) est avant tout une augmentation de l'humain. Un parallèle – dans un autre contexte – peut être fait avec le chien d'avalanche. Ainsi, le chien (resp. l'I.A.), s'il n'est pas entraîné (resp. construit) par l'Humain, n'est capable de rien. Le chien (resp. l'I.A.), même très bien entraîné, a peu de chance de sauver une victime (resp. un patient) spontanément. L'humain (resp. l'Expert, le Chirurgien, Le médecin) sans le chien d'avalanche (resp. l'I.A.), peut réaliser la même tâche, probablement moins rapidement et peut-être moins efficacement. C'est l'augmentation de l'humain par le chien (resp. Expert-I.A.) qui permet d'améliorer l'expertise, au service de la victime (resp. le patient). Pour autant, si l'on se projette et que l'on suppose qu'un sauvetage post-avalanche échoue, le chien est-il responsable du potentiel d'échec ? L'Humain (non nécessairement celui qui utilise le chien dans le cadre du sauvetage) qui a entraîné le chien est-il responsable du potentiel échec ? Répondre par l'affirmative à au moins l'une de ces deux questions me semble inapproprié et me conduit à penser que le même raisonnement vaut pour le Robot Chirurgical, couplé à l'I.A., et le Chirurgien.

## III- IA et enjeu de la gestion des données

Le stockage et l'utilisation massive de données constitue l'un des piliers permettant aux outils informatiques issus des dernières générations d'être « intelligents ». Dans les sociétés modernes réglementées, la diffusion et l'accès à une donnée suppose, lorsqu'elle revêt un caractère personnel ou permettant l'identification de l'humain qui pourrait y être associé, qu'un procédé d'anonymisation soit appliqué avant sa publication. En pratique, il est fréquent que l'anonymisation requise s'apparente à une pseudonymisation, consistant alors à simplement cacher les éléments identifiants (nom, prénom, n° INSEE, etc.). Ce procédé trivial, très largement utilisé, a l'avantage de préserver la qualité de la donnée publiée au final mais de nombreuses études montrent que la réidentification par des procédés ad-hoc reste aisée. Il est par ailleurs montré qu'un procédé d'anonymisation rendant difficile la tâche de réidentification est proportionnellement corrélé à une dégradation de la donnée publiée. Autrement dit, plus une donnée est anonyme, moins elle est précise et moins elle dit de chose sur ce qu'elle représente. En vertu de ce principe, la qualité d'un apprentissage automatique (i.e. la construction d'une I.A.) fondé sur une masse de données étant corrélé à la qualité des données, il apparaît donc, dans l'idéal, qu'il faille anonymiser le moins possible les données. En pratique, les médecins travaillent majoritairement sur des données pseudonymisées.

#### **IV- IA et autonomie**

A l'heure actuelle, du point de vue de l'informaticien, l'autonomie et la suprématie des I.A. ne semble pas d'actualité. L'idée que l'I.A. surpasserait l'homme voire deviendrait autonome n'est, à ce jour, pas convaincante. Théoriquement, une I.A. qui deviendrait autonome serait en capacité, face à un problème qu'elle ne peut résoudre, de générer une I.A. qui en serait capable, cela sans autre élément que ses propres capacités de raisonnement (i.e. comme le ferait un humain). A ce jour, une telle I.A. n'existe pas mais il n'est bien entendu pas improbable qu'un tel jour survienne.

**Gilles Dequen**