

# Table des matières

<b>Préface</b> . . . . .	1
Anne FAUCHON	
<b>Introduction</b> . . . . .	3
Céline BLOUD-REY	
<b>Partie 1. L'intelligence artificielle au service du diagnostic</b> . . . . .	17
<b>Chapitre 1. Les applications de santé.</b> . . . . .	19
Anne CAMMILLERI	
1.1. Les usages d'une application de santé . . . . .	20
1.2. Les applications mises au service des hôpitaux (dimension RH) . . . . .	22
1.2.1. Des applications internes de gestion des personnels et des patients au sein des hôpitaux publics et privés. . . . .	22
1.2.1.1. Les applications au secours des ressources humaines dans les hôpitaux . . . . .	22
1.2.1.2. Le partage efficace de données de santé, passé au crible des lois de Rolland : continuité, mutabilité, égalité. . . . .	23
1.2.2. Les applications au service de la lutte contre l'isolement et les vulnérabilités . . . . .	25
1.2.2.1. Recouvrer sa motricité pour plus de liberté et de dignité . . . . .	25
1.2.2.2. La criticité de la protection des informations introduites dans l'application. . . . .	27
1.3. La cybersécurité au service de la résilience des applications. . . . .	28

1.3.1. L'obligation de protéger la santé des enfants mineurs contre des contenus pouvant nuire à leur santé . . . . .	29
1.3.1.1. L'intérêt substantiel porté à l'épanouissement physique, mental et moral des enfants. . . . .	29
1.3.1.2. La gestion des crises ou des pandémies. . . . .	30
1.3.2. L'évaluation des risques d'atteinte à la santé par des services numériques . . . . .	31
1.3.2.1. L'équilibre recherché entre la protection de la santé et l'inscription durable de services numériques dans le quotidien des citoyens européens . . . . .	31
1.3.2.2. Trois entités nationales et européennes au chevet de la santé . . . . .	34
1.4. Conclusion . . . . .	35
1.5. Bibliographie. . . . .	35

## **Chapitre 2. L'assurance santé au comportement : la dernière ruse du capitalisme ? . . . . .**

Philippe BATIFOULIER et Nicolas DA SILVA

2.1. Introduction. . . . .	39
2.2. Un nouveau marché de l'assurance santé . . . . .	41
2.2.1. L'assurance santé au comportement : un panorama . . . . .	41
2.2.2. L'importance du contexte institutionnel. . . . .	44
2.2.2.1. L'assurance santé privée en France : un marché protégé. . .	44
2.2.2.2. Le développement de l'assurance santé d'entreprise, terreau favorable aux nouveaux produits innovants . . . . .	45
2.2.2.3. Vendre du bien-être pour se différencier des concurrents . .	46
2.3. Vers un grand bond en arrière de la socialisation du risque santé ? . . .	47
2.3.1. L'intelligence artificielle au service d'un paternalisme assurantiel. . . . .	47
2.3.2. S'appuyer sur les inégalités sociales . . . . .	49
2.4. Conclusion . . . . .	51
2.5. Bibliographie. . . . .	52

## **Chapitre 3. Intelligence artificielle et santé : aperçu de l'écosystème nécessaire à une utilisation effective de l'IA . . . . .**

Thomas LEFÈVRE

3.1. Écosystème général des données pour l'exploitation des données et l'élaboration d'algorithmes. . . . .	55
3.1.1. Un écosystème pour une « révolution » numérique . . . . .	55

3.1.2. Quelques éléments sociohistoriques et techniques préalables . . .	57
3.1.3. Une approche du numérique de l'intérieur de la santé. . . . .	57
3.1.4. . . . et une approche de l'extérieur de la santé . . . . .	60
3.1.5. Une évolution des aspects réglementaires. . . . .	61
3.2. De la donnée à l'algorithme aujourd'hui : le rôle de la recherche . . . .	62
3.2.1. Quel genre de recherche pour l'IA en santé aujourd'hui ? . . . . .	62
3.2.2. Au-delà de la recherche, l'intégration des algorithmes dans l'environnement du praticien . . . . .	63
3.2.3. Un cas intermédiaire d'intégration de l'IA dans l'environnement du praticien : les systèmes apprenants . . . . .	65
3.2.4. Articulation entre recherche et pratique . . . . .	65
3.3. Examiner la qualité du <i>reporting</i> de la recherche en IA en santé et le degré de maturité de ces IA au travers de deux exemples médicaux . .	67
3.3.1. Dépister ou « prédire » le trouble stress post-traumatique avec l'IA . . . . .	67
3.3.2. L'IA pour assister le médecin légiste dans ses investigations . . .	69
3.4. Intégration et appropriation des algorithmes . . . . .	70
3.4.1. Intégration technique des algorithmes, intégration microsociale : à propos de l'appropriation . . . . .	71
3.4.2. Un exemple d'intégration et d'évaluation sociotechnique d'un algorithme : le projet Big Data Drop IT . . . . .	72
3.4.3. L'apport des méthodes mixtes et de l'approche interdisciplinaire pour l'élaboration de bout en bout d'un algorithme – Le projet I-ADViSe . . . . .	75
3.5. L'intégration de l'IA dans un écosystème plus large que l'environnement immédiat du praticien : questions et perspectives . . . . .	77
3.5.1. Les illusions de l'immédiateté et du dématérialisé . . . . .	77
3.5.2. Problème inverse : quelles places pour les professionnels de santé dans un écosystème propice à l'utilisation de l'IA ? . . . . .	78
3.5.3. L'IA comme objet technique avant tout et la technique comme dénominateur commun à toutes nos activités sociales . . . . .	78
3.6. Bibliographie . . . . .	79

## **Partie 2. L'intelligence artificielle au service du soin. . . . . 83**

### **Chapitre 4. La responsabilité juridique des robots accompagnants. 85**

Guilhem JULIA

4.1. Introduction. . . . .	85
4.2. Le droit commun de la responsabilité . . . . .	94

4.2.1. Le fait de l'homme . . . . .	94
4.2.1.1. Le droit positif français . . . . .	94
4.2.1.2. Le droit prospectif européen . . . . .	95
4.2.2. Le fait de la chose. . . . .	100
4.2.2.1. La garde du robot accompagnant . . . . .	101
4.2.2.2. Le lien entre le dommage et le fait du robot accompagnant . . . . .	103
4.3. Le droit spécial de la responsabilité . . . . .	105
4.3.1. Le fait des accidents de la route . . . . .	105
4.3.1.1. L'obligation assurantielle . . . . .	106
4.3.1.2. La notion d'implication . . . . .	106
4.3.2. Le fait du produit défectueux . . . . .	107
4.3.2.1. Le droit positif français . . . . .	107
4.3.2.2. Le droit prospectif européen . . . . .	111
4.4. Conclusion . . . . .	114
4.5. Bibliographie. . . . .	115

## **Chapitre 5. De la chirurgie assistée par ordinateur à la chirurgie guidée par l'intelligence artificielle. . . . . 117**

Thomas GRÉGORY, Younès BENNANI et Charles DACHEUX

5.1. La chirurgie assistée par ordinateur. . . . .	117
5.2. La réalité mixte, outil de chirurgie assistée par ordinateur et élément-clé de la chirurgie guidée par l'intelligence artificielle . . . . .	117
5.3. Le concept de chirurgie guidée par l'intelligence artificielle. . . . .	121
5.4. Conclusion . . . . .	123
5.5. Bibliographie. . . . .	123

## **Chapitre 6. Détection des structures anatomiques et des lésions en chirurgie de la main par intelligence artificielle . . . . . 125**

Léo DÉCHAUMET, Younès BENNANI, Joseph KARKAZAN, Nosseiba BEN SALEM, Abir BARBARA, Charles DACHEUX et Thomas GRÉGORY

6.1. Introduction. . . . .	125
6.2. Contexte. . . . .	126
6.2.1. Détection d'objets. . . . .	126
6.2.2. Apprentissage autosupervisé contrastif . . . . .	127
6.3. Problème 1 : structure anatomique et détection des lésions. . . . .	128
6.3.1. Aperçu de la problématique . . . . .	129
6.3.2. Approche modulaire . . . . .	129
6.3.3. Approche séparée . . . . .	132

6.3.4. Méthode d'évaluation . . . . .	133
6.3.5. Résultats et ouverture . . . . .	135
6.4. Problème 2 : libération endoscopique du canal carpien . . . . .	137
6.4.1. Approche classique de la détection d'objets . . . . .	137
6.4.2. Approche par l'apprentissage autosupervisé . . . . .	140
6.4.3. Résultats . . . . .	143
6.5. Conclusion . . . . .	144
6.6. Annexes . . . . .	144
6.7. Bibliographie . . . . .	150

## **Chapitre 7. Diagnostic chirurgical augmenté par intelligence artificielle. . . . . 153**

Nosseiba BEN SALEM, Younès BENNANI, Joseph KARKAZAN,  
Léo DÉCHAUMET, Abir BARBARA, Charles DACHEUX  
et Thomas GRÉGORY

7.1. Introduction . . . . .	154
7.2. Cadre fondamental et état de l'art . . . . .	155
7.3. Apprentissage modulaire pour la classification . . . . .	157
7.3.1. Méthodologie . . . . .	157
7.3.1.1. Motivation . . . . .	157
7.3.1.2. Architecture du système . . . . .	158
7.3.1.3. Phase d'apprentissage . . . . .	160
7.3.2. Résultats . . . . .	160
7.3.2.1. Jeu de données . . . . .	160
7.3.2.2. Paramétrage . . . . .	161
7.3.2.3. Résultats et discussions . . . . .	162
7.4. Autoapprentissage pour l'étiquetage et la segmentation des données . . . . .	167
7.4.1. Méthodologie . . . . .	167
7.4.1.1. Motivation . . . . .	167
7.4.1.2. Architecture du système . . . . .	167
7.4.1.3. La phase d'apprentissage . . . . .	169
7.4.2. Résultats . . . . .	169
7.4.2.1. Jeu de données . . . . .	169
7.4.2.2. Paramétrage . . . . .	170
7.4.2.3. Résultats et discussions . . . . .	171
7.5. Conclusion . . . . .	172
7.6. Bibliographie . . . . .	173

**Conclusion** . . . . . 177  
Didier GUÉVEL

**Liste des auteurs** . . . . . 185

**Index** . . . . . 187