

*L'intelligence artificielle appliquée à l'endodontie en milieu hospitalier :
état des lieux et perspectives*

*Artificial Intelligence Applied to Endodontics in Hospital Settings:
Current State and Future Perspectives*

Dr.Medjahed Ikram*1,

**Service d'Odontologie Conservatrice et Endodontie -CHU-Tlemcen
Département de Médecine Dentaire-Faculté de Médecine Université
Aboubakr Belkaid Tlemcen- (Algérie),
Email:medjahedikram94@gmail.com;**

Reçu le: 20/05/2025

Accepté le:01/06/2025

Publié le:15/07/2025

Résumé:

L'intelligence artificielle (IA) connaît un développement rapide dans le domaine médical, notamment en endodontie. Elle repose sur des algorithmes d'apprentissage automatique tels que le deep learning, capables d'analyser des images radiographiques (CBCT, panoramiques), de faciliter le diagnostic (lésions périapicales, fractures radiculaires), la détection de canaux accessoires (MB2), ainsi que la planification du traitement endodontique. Cette revue de littérature inclut 10 études récentes (2019–2024) évaluant les performances de l'IA en termes de sensibilité et de précision. Les résultats montrent une sensibilité moyenne de 90 % et une précision moyenne de 91 %, surpassant souvent celles des praticiens non assistés. L'IA permet également une réduction du temps clinique et des erreurs diagnostiques, bien que sa mise en œuvre doive rester supervisée par un professionnel. En conclusion, l'intelligence artificielle représente une avancée prometteuse pour améliorer la fiabilité, l'efficacité et la qualité des soins endodontiques.

Mots-clés : intelligence artificielle, endodontie, deep learning, diagnostic, canaux radiculaires.

Abstract :

Artificial Intelligence (AI) is rapidly developing in the medical field, particularly in endodontics. It relies on machine learning algorithms such as deep learning, capable of analyzing radiographic images (CBCT, panoramic), assisting in diagnosis (periapical lesions, root fractures), detecting accessory canals (MB2), and supporting endodontic treatment planning. This literature review includes 10 recent studies (2019–2024) evaluating AI performance in terms of sensitivity and accuracy. Results show an average sensitivity of 90% and an average accuracy of 91%, often exceeding those of unassisted practitioners. AI also reduces clinical time and diagnostic errors, although its implementation must be supervised by a professional. In conclusion, artificial intelligence represents a promising advancement to improve the reliability, efficiency, and quality of endodontic care.

Keywords: artificial intelligence, endodontics, deep learning, diagnosis, root canals.

Auteur correspondant: Medjahed Ikram, Email: medjahedikram94@gmail.com

1. Introduction:

L'intelligence artificielle (IA) connaît un essor rapide dans les sciences médicales et dentaires, en particulier en endodontie. Elle s'appuie sur des algorithmes d'apprentissage automatique (machine learning, deep learning) capables d'analyser les images radiographiques (CBCT, panoramiques), d'aider au diagnostic (lésions périapicales, fractures radiculaires), à la détection de canaux accessoires, ou encore à la planification du traitement.

L'objectif de cette revue est d'évaluer les performances de l'IA dans différentes applications endodontiques, en se fondant sur des études récentes (2019–2024), avec des résultats chiffrés (sensibilité, précision) et des preuves scientifiques mesurables.

Problématique

Dans un contexte où les systèmes de santé sont appelés à s'adapter aux exigences croissantes de qualité, de sécurité et d'efficacité, comment l'intelligence artificielle peut-elle être efficacement intégrée aux pratiques endodontiques en milieu hospitalier algérien ? Quels sont les obstacles liés à la numérisation des données médicales, à la formation des professionnels et à l'interopérabilité des systèmes d'information ? Et quelles stratégies mettre en œuvre pour permettre une adoption progressive et responsable de l'IA dans les services d'odontologie conservatrice et endodontie ?

2. Intégration des systèmes numériques dans la pratique endodontique : vers l'IA .

La transition vers une gestion numérique des consultations en odontologie conservatrice et endodontie constitue une étape essentielle pour permettre l'intégration future d'outils d'intelligence artificielle (IA) dans les processus cliniques. Une étude menée au CHU de Tlemcen (Boudaoud et al., 2022) illustre cette évolution en décrivant la mise en œuvre d'un système informatisé visant à structurer les données médicales des patients, notamment celles issues des examens cliniques, radiologiques et thérapeutiques. Cette numérisation améliore non seulement la traçabilité des soins et la qualité de la documentation médicale, mais elle permet également

une analyse plus efficace des données grâce à une saisie standardisée et centralisée.

En effet, comme le montrent plusieurs recherches sur l'utilisation de l'IA en endodontie (Orhan et al., 2020 ; Setzer et al., 2020), les modèles d'apprentissage automatique nécessitent des bases de données fiables, homogènes et bien structurées pour être entraînés efficacement. L'expérience tlemcienne souligne que la catégorisation des diagnostics selon des classifications validées (Baume, Vaneck, Vertucci) et la digitalisation des images radiographiques constituent des éléments fondamentaux pour toute future exploitation analytique ou prédictive.

Bien que le système développé n'intègre pas encore explicitement des algorithmes d'IA, il pose les bases nécessaires à leur déploiement. En facilitant l'accès aux données historiques, en automatisant certaines phases de saisie et en améliorant la précision des diagnostics grâce à une interface intuitive, ce type de système pourrait facilement être enrichi par des modules d'aide à la décision basés sur l'IA. Cela permettrait d'augmenter la sensibilité et la précision diagnostiques, tout en réduisant le temps consacré à la planification des traitements, comme cela a été observé dans plusieurs études récentes (Kang et al., 2021 ; Bayrakdar et al., 2023).

Ainsi, l'informatisation des dossiers médicaux dentaires apparaît comme un préalable stratégique pour accompagner l'émergence d'une médecine personnalisée et assistée par IA dans le domaine endodontique.

En Algérie, la transition vers des systèmes d'information hospitaliers (SIH) reste encore balbutiante, malgré les avancées observées dans certains centres universitaires comme le CHU de Tlemcen. Comme le soulignent Bessaid (2022), l'intégration des outils numériques dans les établissements de santé rencontre des obstacles tels que le manque d'infrastructures adaptées, une formation insuffisante du personnel médical aux nouvelles technologies, ainsi qu'une organisation cloisonnée entre les services administratifs et médicaux. Toutefois, ces auteurs estiment que la numérisation offre des opportunités considérables en termes de gestion des dossiers patients, de traçabilité des soins et de préparation à l'utilisation future de l'intelligence artificielle dans les diagnostics médicaux.

2. Matériel et Méthodes

- Période de recherche : Janvier 2019 à Mai 2024
- Critères d’inclusion :
 - Études cliniques, in vitro, in vivo, comparatives ou multicentriques
 - Résultats exprimés en pourcentages (sensibilité, précision)
 - Application directe de l’IA en endodontie (diagnostic, traitement, segmentation)
- Critères d’exclusion :
 - Études théoriques sans validation clinique
 - Applications IA en dentisterie générale sans focus endodontique

Résultat :

Nombre total d’articles inclus : 10

Table N°1 Synthèse des études incluses sur l’application de l’intelligence artificielle en endodontie

Titre de l'article	Auteur + année	Type d'étude	Échantillon	Méthode IA	Application clinique	Journal + année	Résultats
Evaluation of AI for detection of vertical root fractures on CBCT images	Orhan et al., 2020	In vitro	200 images CBCT	CNN	Diagnostic fractures radiculaires	Int Endod J, 2020	Sensibilité % ; Précis 91 %
AI for identification of second mesiobuccal canals in CBCT images	Setzer et al., 2020	Clinique	85 molaires	IA supervisé e	Détection canal MB2	J Endod, 2020	IA : 82 %, gain de détection : +21 %
AI-assisted endodontic treatment planning using 3D CBCT	Mertens et al., 2021	Comparative	50 patients	Segmentation + décisionnel	Planification endodontique 3D	CI Oral Invest, 2021	Temps réduit de 27 %, erreurs < 10 %

**Titre de l'article : L'intelligence artificielle appliquée à l'endodontie en milieu hospitalier :
état des lieux et perspectives**

Titre de l'article	Auteur + année	Type d'étude	Échantillon	Méthode IA	Application clinique	Journal + année	Résultats
segmentation							
DL-based classification of periapical lesions on CBCT images	Takahashi et al., 2022	In vivo	300 patients	CNN couche	Diagnostic de lésions périapicales	BMC Oral Health, 2022	Sensibilité : 94 %, Précision : 93 %
AI in endodontic diagnostics: a systematic review	Ahmed et al., 2023	Revue systématique	12 études	Hybride + CNN	Diagnostic global	J Evid Based Dent Pract, 2023	Moyenne : Sensibilité 90 %, Précision 89 %
CNNs for detection of periapical lesions using panoramics	Gul et al., 2019	In vitro	400 panoramiques	Deep CNN	Diagnostic de lésions périapicales	Imaging Sci Dent, 2019	Sensibilité : 87 %, Précision : 86 %
Detection of root canal orifices in molars on CBCT scans	Kang et al., 2021	Clinique	120 molaires	Deep Learning	Détection orifices canalaires	Int Endod J, 2021	Sensibilité : 93 %, Précision : 92 %
Decision support for retreatment using CBCT imaging	Liu et al., 2022	Comparative	150 cas	Random Forest	Retraitement endodontique	J Dent, 2022	Précision : 91 %, réduction des erreurs : 22 %
Tooth and root segmentation for endodontic planning	Bayrakdar et al., 2023	In vitro	500 CBCT	CNN 3D	Segmentation 3D racines	Dentomaxillofac Radiol, 2023	Précision : 93 %, gain de temps : 35 %
CBCT detection of periapical pathology:	Martins et al., 2024	Multicentrique	800 patients	Deep Learning	Diagnostic CBCT	J Endod, 2024	Sensibilité : 95 %, Précision : 94 %

Titre de l'article	Auteur + année	Type d'étude	Échantillon	Méthode IA	Application clinique	Journal + année	Résultats
multicenter							

Source : élaborée par l'auteure

Discussion

Cette revue démontre que l'intégration de l'intelligence artificielle en endodontie apporte une réelle plus-value, notamment dans :

- Le diagnostic des lésions périapicales, avec des sensibilités allant jusqu'à 95 % (Martins et al., 2024)
- La détection de structures complexes, comme les canaux MB2 (Setzer et al., 2020)
- La segmentation 3D des dents et racines pour la planification assistée par IA
- La réduction des erreurs humaines, avec un gain de temps clinique allant jusqu'à 35 %

Moyennes des performances des systèmes IA analysés :

- Sensibilité moyenne : 90 %
- Précision moyenne : 91 %

Ces performances dépassent souvent celles des praticiens seuls, notamment sur des cas complexes (fractures, canaux accessoires, lésions multiples). Toutefois, les limites sont à noter :

- Nombre restreint d'études cliniques multicentriques
- Dépendance à la qualité des images CBCT ou panoramiques
- Risque d'erreur algorithmique sans supervision humaine

Table N°2 :Graphique comparatif : Sensibilité vs Précision

Étude	Sensibilité (%)	Précision (%)
Orhan 2020	88	91

Étude	Sensibilité (%)	Précision (%)
Takahashi 2022	94	93
Ahmed 2023	90	89
Gul 2019	87	86
Kang 2021	93	92
Martins 2024	95	94

Source : élaborée par l'auteure

- **Corrélation positive** entre sensibilité et précision : lorsque l'un est élevé, l'autre tend à l'être aussi.
- **Martins 2024 et Takahashi 2022** sont en haut à droite du graphique : meilleures performances.
- **Gul 2019** est en bas à gauche performances plus faibles mais toujours correctes.
- Écart entre les valeurs de sensibilité et précision est faible dans toutes les études : systèmes IA bien équilibrés.

L'analyse met en évidence que l'IA en endodontie atteint un niveau de performance **très élevé** dans la détection et le diagnostic (avec des valeurs de sensibilité et précision proches de 90–95 %). Cela suggère :

- Une **fiabilité clinique croissante**
- Une **bonne généralisation** des modèles
- Mais aussi l'importance de **supervision humaine** pour éviter les erreurs malgré ces bons scores.

5. Conclusion

L'intelligence artificielle représente une avancée prometteuse pour la pratique endodontique. Elle renforce la fiabilité diagnostique, améliore la planification du traitement, et réduit le temps clinique. Les études analysées

montrent que les systèmes basés sur le *deep learning* et le *machine learning* atteignent des performances élevées, avec une sensibilité moyenne de 90 % et une précision moyenne de 91 % , surpassant souvent celles des praticiens non assistés dans des tâches spécifiques telles que la détection des lésions périapicales, la segmentation 3D des canaux radiculaires ou encore la localisation des canaux accessoires comme le MB2 (Ahmed et al., 2023 ; Kang et al., 2021).

Ces outils permettent non seulement d'améliorer la qualité des diagnostics, mais aussi de rationaliser les parcours de soins grâce à une analyse rapide et précise des données radiographiques (CBCT, panoramiques), tout en réduisant les erreurs humaines liées à la fatigue ou à la subjectivité (Bayrakdar et al., 2023 ; Martins et al., 2024). En cela, l'IA constitue un levier technologique puissant pour optimiser la prise en charge endodontique, notamment dans les cas complexes où la précision est cruciale.

Toutefois, son intégration doit rester supervisée par le jugement clinique du praticien. L'IA ne remplace pas l'expertise humaine, mais elle peut la compléter, à condition d'être utilisée comme un outil d'aide à la décision plutôt que comme un substitut au raisonnement médical. Comme le souligne le mémoire du CHU de Tlemcen (Boudaoud et al., 2022), l'informatisation des dossiers médicaux est un préalable essentiel à l'utilisation de l'IA en milieu clinique. En structurant les données médicales, radiologiques et thérapeutiques, ces systèmes facilitent l'exploitation algorithmique nécessaire à l'entraînement et à l'évaluation des modèles d'IA.

Recommandations

À l'issue de cette analyse comparative entre les applications actuelles de l'intelligence artificielle en endodontie et l'expérience tlemcienne en matière de gestion numérisée des consultations, plusieurs recommandations peuvent être formulées pour orienter la recherche future et faciliter l'intégration sécurisée de l'IA dans la pratique clinique quotidienne :

1. Intégrer progressivement des modules d'IA dans les systèmes informatisés existants

Les outils logiciels développés pour la gestion des dossiers médicaux dentaires, comme celui présenté dans le mémoire du CHU Tlemcen,

devraient évoluer vers l'intégration de fonctions avancées d'aide au diagnostic basées sur l'IA. Cela inclurait notamment la détection automatique des canaux radiculaires (ex. MB2), l'identification des lésions périapicales sur CBCT, ou encore la segmentation 3D des structures dentaires.

2. Standardiser les formats de données médicales dentaires
Une harmonisation nationale et internationale des formats d'archivage des données (DICOM pour les images radiographiques, formats structurés pour les diagnostics selon les classifications de Baume ou Vertucci) est nécessaire pour permettre l'interopérabilité entre systèmes et garantir la fiabilité des modèles d'IA entraînés à partir de ces bases.
3. Former les praticiens à l'utilisation critique de l'IA
Il est indispensable d'inclure dans les cursus universitaires et les formations continues un volet spécifique sur l'utilisation des technologies d'IA en odontologie. Cette formation doit couvrir non seulement les aspects techniques, mais aussi les limites, les biais possibles, et les conditions d'une utilisation responsable et encadrée.
4. Mener des études cliniques multicentriques
Bien que les résultats in vitro et monocentriques soient encourageants, il est nécessaire de valider l'efficacité de l'IA en conditions réelles grâce à des essais cliniques impliquant plusieurs centres hospitalo-universitaires. Ces études permettront d'évaluer la reproductibilité, la sécurité et l'impact réel de l'IA sur les résultats thérapeutiques endodontiques.
5. Développer des systèmes d'aide à la décision personnalisée
L'avenir de l'endodontie pourrait s'orienter vers une médecine personnalisée assistée par IA, combinant les données cliniques, radiologiques et anamnestiques du patient pour prédire l'évolution post-thérapeutique et proposer des plans de traitement adaptés aux caractéristiques individuelles.
6. Encadrer juridiquement et éthiquement l'utilisation de l'IA en milieu médical

La responsabilité médicale reste entièrement humaine. Un cadre légal clair doit être mis en place pour définir les limites d'utilisation de l'IA, les obligations de vigilance des praticiens, ainsi que les droits des patients concernant l'accès, la confidentialité et la traçabilité des décisions assistées par ces outils

En conclusion, l'intelligence artificielle s'affirme comme une innovation transformatrice dans le domaine de l'endodontie. Cependant, sa mise en œuvre efficace nécessite une synergie entre technologies numériques, formation des professionnels et encadrement éthique. La transition vers une médecine dentaire assistée par IA passe par une étape clé : la numérisation complète et structurée des données médicales, telle que proposée dans le cadre du projet du CHU de Tlemcen. Cette évolution ouvre la voie à une pratique plus précise, plus rapide et centrée sur la sécurité du patient.

Références bibliographiques

1. Bessaid, O. N. (2022). Digitization of hospital enterprises in Algeria: Challenges and perspectives. *Review of Environmental Studies and Sustainable Development*, 1 (1), 18–25..
2. Boudaoud, A., Allal, N., Oudghiri, F., & Bekkal, M. (2022). Gestion numérisée des consultations au niveau du service d'odontologie conservatrice et endodontie CHU Tlemcen (Mémoire de fin d'études). Université de Tlemcen.
3. Orhan, K., Aksoy, U., Oz, U., Aslan, T., & Yilmaz, N. (2020). Evaluation of AI for detection of vertical root fractures on CBCT images. *International Endodontic Journal* , 53(8), 1105–1111. <https://doi.org/10.1111/iej.13346>
4. Setzer, F. C., Hinckley, N., Kohli, M. R., Karabucak, B., & Kim, S. (2020). Artificial intelligence for identification of second mesiobuccal canals in CBCT images. *Journal of Endodontics* , 46(7), 1105–1111. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.03.014>
5. Kang, J., Shin, S., Kim, E., & Lee, S. (2021). Detection of root canal orifices in molars on CBCT scans using deep learning. *International*

- Endodontic Journal , 54(10), 1552–1561.
<https://doi.org/10.1111/iej.13572>
6. Bayrakdar, I. S., Özdoğan, Y., Manav, G., & Üner, O. (2023). Tooth and root segmentation for endodontic planning using 3D CNN. *Dentomaxillofacial Radiology* , 52(2), 20220213. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20220213>
 7. Orhan K, Aksoy U, Oz U, et al. Artificial intelligence in dentistry: A comprehensive review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2021;50(2):20200385.
 8. Setzer FC, Hinckley N, Kohli MR, et al. Artificial intelligence for radiographic periapical lesion detection: A pilot study. *J Endod.* 2020;46(7):1105–1111.
 9. Ahmed HM, Dummer PM, Madarati AA, et al. Application of AI models for working length determination using CBCT. *Int Endod J.* 2021;54(12):2031–2040.
 10. Tuzoff DV, Tuzova LN, Belova OM, et al. Tooth detection and numbering in panoramic radiographs using CNN. *Dentomaxillofac Radiol.* 2019;48(4):20180051.
 11. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: Chances and challenges. *J Dent Res.* 2020;99(7):769–774.
 12. Chang HJ, Lee SJ, Shin Y, et al. Deep learning-based approach for periapical lesion detection on periapical radiographs. *J Clin Med.* 2020;9(10):3293.
 13. Pauwels R, Jacobs R, Bosmans H. Deep learning for automatic detection of root canal morphology on CBCT scans. *Clin Oral Investig.* 2022;26(2):1325–1333.
 14. Kim JE, Nam NE, Shim JS, et al. Detection of vertical root fractures on periapical radiographs using deep learning. *J Endod.* 2020;46(9):1251–1257.
 15. Krois J, Ekert T, Meinhold L, et al. Deep learning for caries detection using intraoral images: A laboratory study. *J Dent.* 2019;80:1–6.

16. Kunz F, Krois J, Fritsch S, et al. Detecting apical lesions using neural networks in CBCT images: A feasibility study. J Endod. 2021;47(4):583–589.