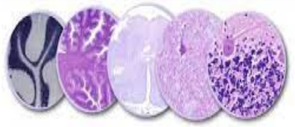
Evaluation d'outils d'IA dans le diagnostic du cancer du sein sur des biopsies mammaires : Première étude Marocaine prospective et multicentrique

H. EL AGOURI (1), M. AZIZI (2), M. EL KHANNOUSSI (2), H. EL ATTAR (3), M. KHMOU (1), Y. MAHDI (1), H. CHAHDI (4), M. OUKABLI (4),B. EL KHANNOUSSI (1).
(1) Laboratoire d'Anatomie Pathologique, Institut National d'Oncologie, Faculté de Médecine et de pharmacie de Rabat, Université Mohamed V, Rabat, Maroc.
(2) Datapathology, Casablanca, Maroc
(3) Laboratoire d'Anatomie Pathologique Ennassr, El Jadida, Maroc
(4) Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V , Rabat, Maroc



INTRODUCTION

Contexte actuel:

- Pénurie mondiale des médecins anatomopathologistes **(1)** (Afrique ++)
- Augmentation des nouveaux cas de cancer du sein (Maroc **(2)** : le premier cancer de la femme en terme de fréquence et de mortalité), avec généralisation des programmes de screening (Dc précoce ++)

→ Cette situation impose l'accélération de la digitalisation de notre discipline et l'automatisation du diagnostic histologique du cancer du sein via les outils d'Intelligence Artificielle (IA).

→ Particulièrement sur des échantillons de petite taille (biopsies) étant plus accessibles dans les zones en pénurie de pathologistes.

But du travail: Evaluer la capacité de notre algorithme, préalablement testé sur des images digitalisées de pièces opératoires, à détecter les foyers de carcinomes mammaires infiltrant sur des biopsies mammaires.

MATERIELS ET METHODES

Développement d'algorithme:

- Approche hybride (apprentissage supervisé et non supervisé)
- Réseau de neurones convolutifs multicouches (CNN: Xception) **(3)**
- Préalablement entrainé sur >1400 échantillons (pièces opératoires++)
- Bonne performance de détection de carcinomes mammaires infiltrants de types NST, et certains sous-types spécifiques rares (lobulaire..) **(4)**

Study design:

- Etude prospective, multicentrique: 2 sites
- Institut National d'Oncologie (INO) de Rabat.
- Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V (HMIMV) de Rabat.
- Période:: 6 mois (décembre 2022 au mai 2023)
- Dc: : Carcinome mammaire invasif (non spécifique et types spécifiques)
- Dataset privé: 1834 lames anonymisés de biopsies mammaires
- Microscope OLYMPUS BX43, caméra OLYMPUS DP73.
- Digitalisation des lames colorées à HE, x200, format JPEG
- Annotation manuelle, pathologistes experts (ROI)

Schéma illustrant la méthodologie du travail

Collecte des données:

- Chaque set est divisé en 3 classes: carcinome invasif (CI): groupe 2; carcinome in-situ (CIS):groupe 1, bénin : lésions bénignes et/ou structures normales (groupe 0).
- **Centre 1 (INO):** training set: 1559 images, test set: 186 images.
- **Centre 2 (HMIMV):** test set: 89 images.

RESULTATS

1- MultiClass problem (Centre 1): Global Accuracy : 94.6%

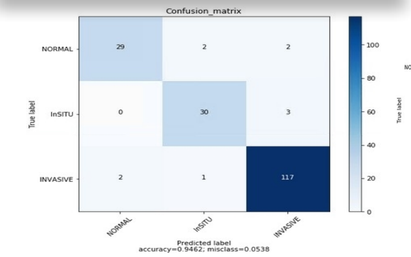
Training set

Classe 0 (NORMAL)	425
Classe 1 (INSITU)	339
Classe 2 (INVAISIVE)	795
total	1559

Test set

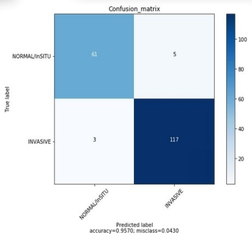
Classe 0 (NORMAL)	33
Classe 1 (INSITU)	33
Classe 2 (INVAISIVE)	120
total	186

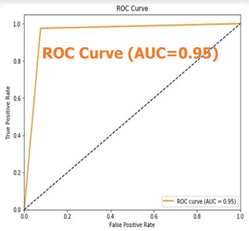
	precision	recall	f1-score	support
NORMAL	0.94	0.88	0.91	[illegible]
InSITU	0.91	0.91	0.91	[illegible]
INVASIVE	0.96	0.97	0.97	[illegible]
accuracy			0.95	[illegible]
macro avg	0.93	0.92	0.93	[illegible]
weighted avg	0.95	0.95	0.95	[illegible]



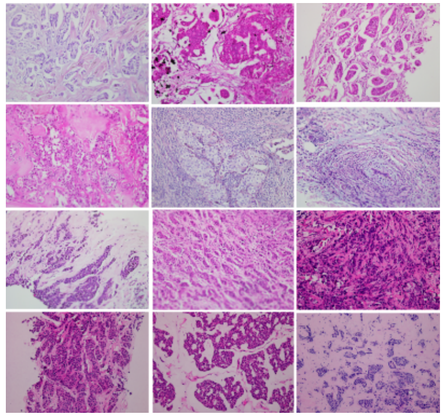
2- Binary problem (Centre 1): Global Accuracy : 95.6%

	precision	recall	f1-score	support
NORMAL/InSITU	0.95	0.92	0.94	[illegible]
INVASIVE	0.96	0.97	0.97	[illegible]
accuracy			0.96	[illegible]
macro avg	0.96	0.95	0.95	[illegible]
weighted avg	0.96	0.96	0.96	[illegible]





3- Testing sur dataset externe (Centre 2): Global Accuracy : 100%



Différentes images issues des deux centres illustrant la diversité des techniques de préparation de lames colorées à l'hématoxyline-éosine

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

- Notre algorithme affiche des résultats très satisfaisant en terme de classification binaire ou mutli-class, montrant des taux de précision très élevés.
- Malgré la diversité des techniques de préparation des lames issues d'un autre centre, notre modèle montre une performance extrêmement élevée de détection des nouveaux cas carcinomes infiltrants de différents types histologiques, sur des échantillons de petite taille.
- L'application de notre algorithme sur de nouvelles images issues de différentes techniques de coloration et de numérisation montre une bonne reproductibilité inter-centre sur de large dataset.

→ Témoin du grand pouvoir de généralisation (qualité, quantité)

Bénéfices:

- Améliorer la performance diagnostique du cancer du sein (First ou second read)
- Réduire de TAT (triage des cas urgents!) et la variabilité inter-observateurs.

Perspectives:

- Détection des emboles vasculaires, TILs..
- Quantification des marqueurs IHC (Her2…)
- Déploiement en routine clinique pratique.

- Cancer du sein : problème de santé publique au Maroc.
- Le pathologiste « augmenté » constitue un acteur principal dans la prise en charge des patients en oncologie.
- A l'ère de la pathologie digitale et de l'IA, la généralisation de cette approche numérique permettrait de régler la problématique de pénurie des anatomopathologistes au Maroc.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Poster presented by Andrey Bychkov MD, PhD, at the 2022 annual meeting of United States and Canadian Academy of Pathology (USCAP), showing the global supply of pathologists
(2) The Global Cancer Observatory https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/900-world-fact-sheets.pdf
(3) El Agouri.H et al. Assessment of deep learning algorithms to predict histopathological diagnosis of breast cancer: first Moroccan prospective study on a private dataset. BMC Res Notes 15, 66 (2022). https://doi.org/10.1186/s13104-022-05936-1
(4) Presented at carrefour pathologie 2022, titled « Testing d'algorithme de Deep learning dans la détection du cancer du sein de type spécifique »