Hôpital européen Georges-Pompidou AP-HP

MÉDECINE Santé Université Paris Cité

Algorithme d'analyse d'image par *deep learning* pour la classification automatisée des lésions malpighiennes des VADS

Yaëlle Bellahsen-Harrar

16.11.2022

Déclaration d'intérêts

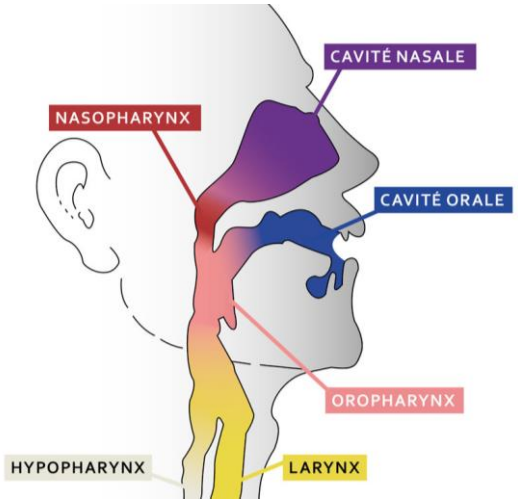
- Je déclare ne pas avoir de conflits d'intérêt

Les carcinomes épidermoïdes des VADS

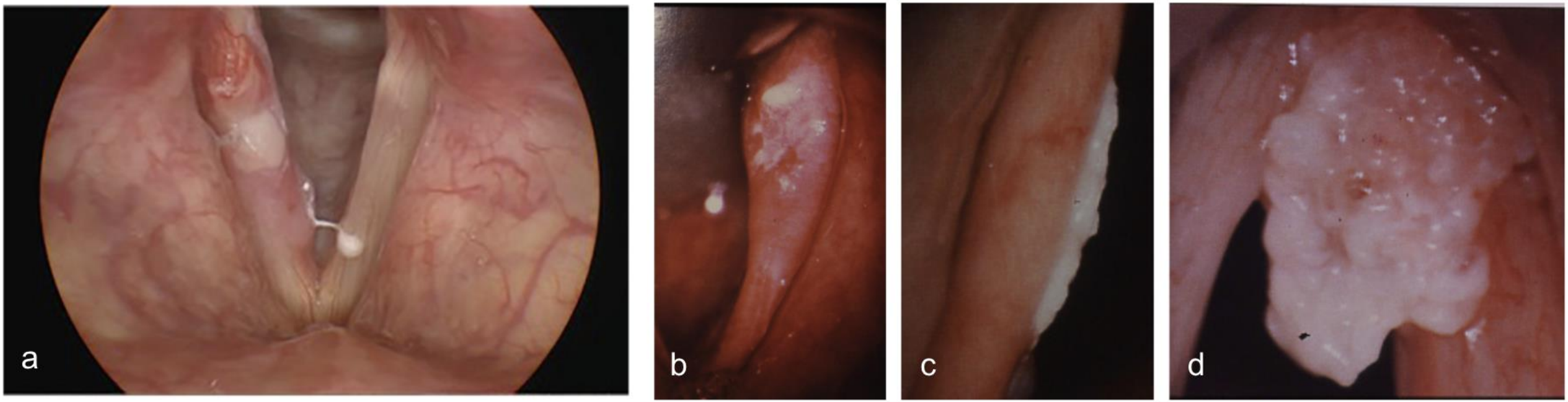
6ème cancer incidence et mortalité
Survie globale à 5 ans = 50%

Efficacité modérée des thérapeutiques conventionnelles
Récidive après thérapie multimodale = 50%

Prise en charge souvent à un stade avancé
Morbidité élevée, séquelles



Les dysplasies malpighiennes des VADS : détecter pour mieux traiter



Pr. O Laccourreye, HEGP

La **détection précoce** des lésions dysplasiques préviendrait **88%** des CEVADS

Anticiper l'évolution : important mais difficile

Épaisseur atteinte	Ljubljana (2000)	SIN (2001)	OMS (2005)	LIN (2012)	Ljubljana (2014)	OMS (2017)
1/3 inférieur	Hyperplasie malpighienne	Hyperplasie malpighienne	Hyperplasie malpighienne		SIL de bas grade	Dysplasie de bas grade
	Hyperplasie basale/parabasale	SIN 1	Dysplasie légère	LIN 1		
1/3 - 1/2	Hyperplasie atypique	SIN 1 ou 2	Dysplasie modérée		SIL de haut grade	
2/3 inférieurs				LIN 2		
1/2 - ¾		SIN 2				Dysplasie de haut grade
Plus de 2/3				LIN 3		
Épaisseur totale	Carcinome *in situ*		Dysplasie sévère			
			Carcinome *in situ*		Carcinome *in situ*	

Anticiper l'évolution : important mais difficile

Épaisseur atteinte	Ljubljana (2000)	SIN (2001)	OMS (2005)	LIN (2012)	Ljubljana (2014)	OMS (2017)
1/3 inférieur	Hyperplasie malpighienne	Hyperplasie malpighienne	Hyperplasie malpighienne		SIL de bas grade	Dysplasie de bas grade
	Hyperplasie basale/parabasale	SIN 1	Dysplasie légère	LIN 1		
1/3 - 1/2	Hyperplasie atypique	SIN 1 ou 2	Dysplasie modérée		SIL de haut grade	
2/3 inférieurs				LIN 2		
1/2 - ¾		SIN 2				Dysplasie de haut grade
Plus de 2/3				LIN 3		
Épaisseur totale	Carcinome *in situ*		Dysplasie sévère			
			Carcinome *in situ*		Carcinome *in situ*	

Anticiper l'évolution : important mais difficile

Épaisseur atteinte	Ljubljana (2000)	SIN (2001)	OMS (2005)	LIN (2012)	Ljubljana (2014)	OMS (2017)
1/3 inférieur	Hyperplasie malpighienne	Hyperplasie malpighienne	Hyperplasie malpighienne		SIL de bas grade	Dysplasie de bas grade
	Hyperplasie basale/parabasale	SIN 1	Dysplasie légère	LIN 1		
1/3 - 1/2	Hyperplasie atypique	SIN 1 ou 2	Dysplasie modérée		SIL de haut grade	
2/3 inférieurs				LIN 2		
1/2 - ¾		SIN 2				Dysplasie de haut grade
Plus de 2/3				LIN 3		
Épaisseur totale	Carcinome *in situ*		Dysplasie sévère			
			Carcinome *in situ*		Carcinome *in situ*	

Anticiper l'évolution : important mais difficile

Épaisseur atteinte	Ljubljana (2000)	SIN (2001)	OMS (2005)	LIN (2012)	Ljubljana (2014)	OMS (2017)
1/3 inférieur	Hyperplasie malpighienne Hyperplasie basale/parabasale	Hyperplasie malpighienne SIN 1	Hyperplasie malpighienne Dysplasie légère	LIN 1	SIL de bas grade	Dysplasie de bas grade
1/3 - 1/2	Hyperplasie atypique	SIN 1 ou 2	Dysplasie modérée		SIL de haut grade	
2/3 inférieurs				LIN 2		
1/2 - ¾		SIN 2				Dysplasie de haut grade
Plus de 2/3				LIN 3		
Épaisseur totale	Carcinome *in situ*		Dysplasie sévère Carcinome *in situ*		Carcinome *in situ*	

Anticiper l'évolution : important mais difficile

Épaisseur atteinte	Ljubljana (2000)	SIN (2001)	OMS (2005)	LIN (2012)	Ljubljana (2014)	OMS (2017)
1/3 inférieur	Hyperplasie malpighienne	Hyperplasie malpighienne	Hyperplasie malpighienne		SIL de bas grade	Dysplasie de bas grade
	Hyperplasie basale/parabasale	SIN 1	Dysplasie légère	LIN 1		
1/3 - 1/2	Hyperplasie atypique	SIN 1 ou 2	Dysplasie modérée		SIL de haut grade	
2/3 inférieurs				LIN 2		
1/2 - ¾		SIN 2				Dysplasie de haut grade
Plus de 2/3				LIN 3		
Épaisseur totale	Carcinome *in situ*		Dysplasie sévère			
			Carcinome *in situ*		Carcinome *in situ*	

La classification OMS 2017-2022

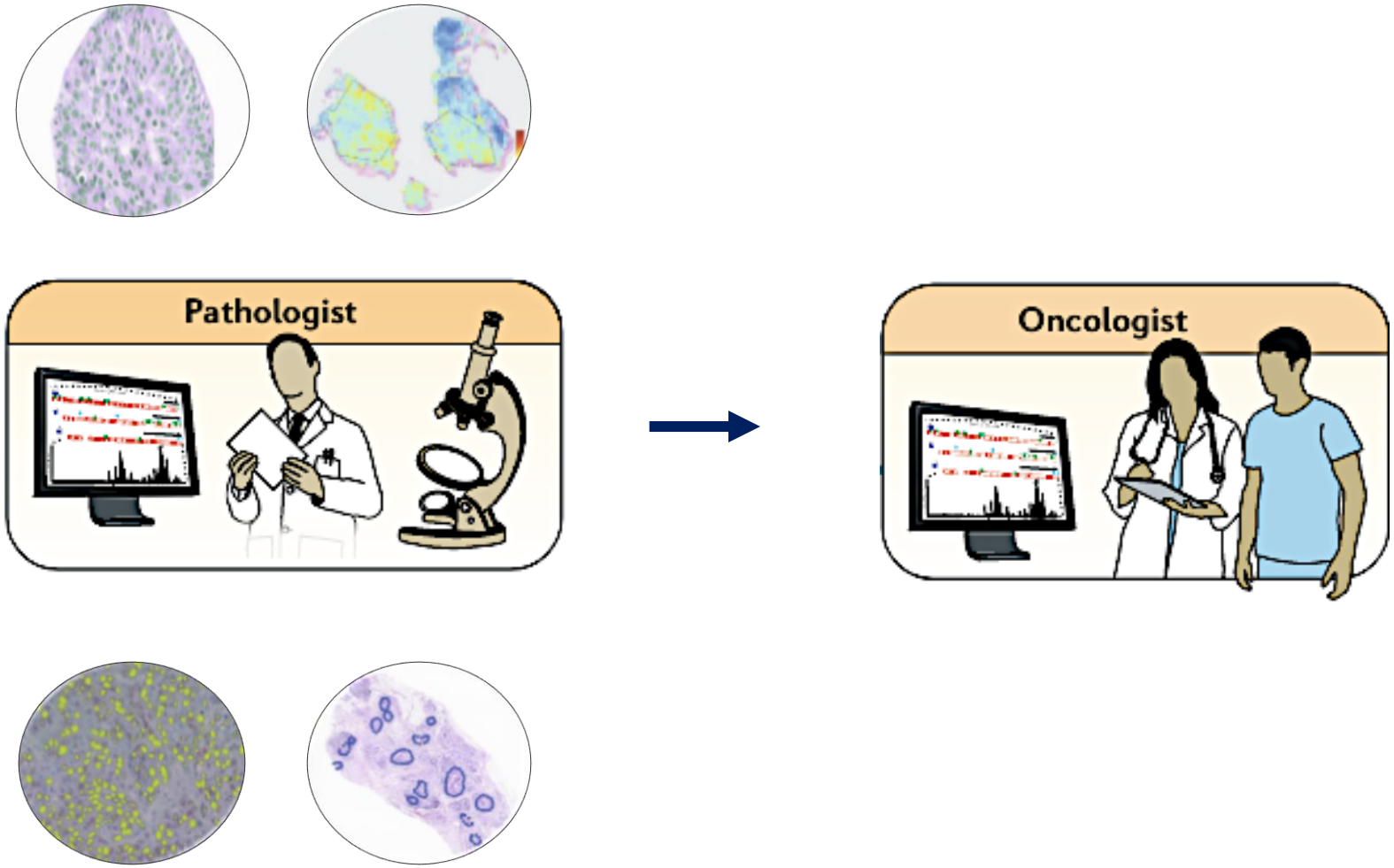
Points forts :

- Vraie **significativité en termes de risque évolutif :** DHG = DBG x10
- Référence **internationale**

Limites :

- **Difficile**
- **Reproductibilité limitée**

Le potentiel de l’IA - Multiple Instance Learning



Bera et al. 2019

Le projet PREINV

Thèse de médecine
Yaëlle Bellahsen-Harrar
Directrice : Pr Badoual

Thèse de sciences
Mélanie Lubrano
Directeurs :
Pr Walter, S. Berlemont

Hôpital européen
Georges-Pompidou
AP-HP

MINES
ParisTech

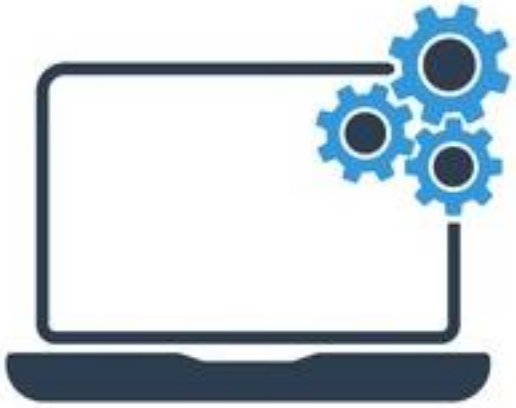
KeenEye

Objectif de la thèse

Application de modèles de ***multiple instance learning*** **pour le diagnostic automatisé** des lésions malpighiennes des VADS selon la classification OMS

Proposition d'une nouvelle approche à partir de l'**expérience partagée** de deux professions : pathologiste et *data scientist*

Comparaison des performances aux modèles d'IA de référence



Matériel et Méthodes

Sélection des lames

- ACP HEGP
- 2000 à fin 2013
- Biopsies et pièces opératoires
- VADS hors oropharynx

Base de données :

- Données histologiques
- Données cliniques DxCare

2 360 lames scannées – 610 patients

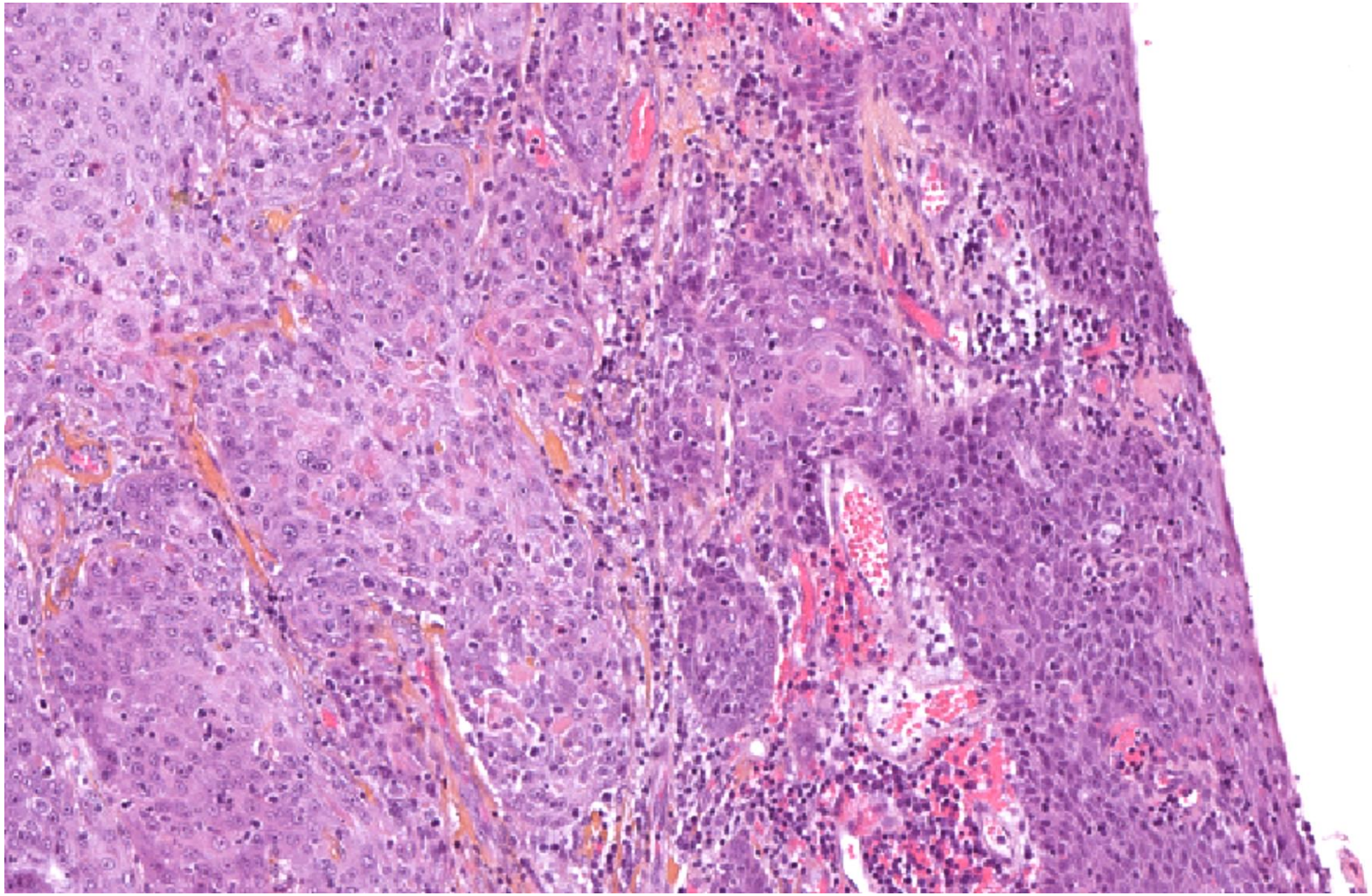
Caractéristiques de la cohorte

Patients	610
Hommes	494
Âge moyen au diagnostic	61
Femmes	116
Âge moyen au diagnostic	60
Prélèvements	895
Biopsies	620
Pièces opératoires	275
Localisation anatomique	
Larynx	677
Pharynx	63
Nasopharynx	6
Hypopharynx	112
Bord latéral de la langue ou cavité buccale	71

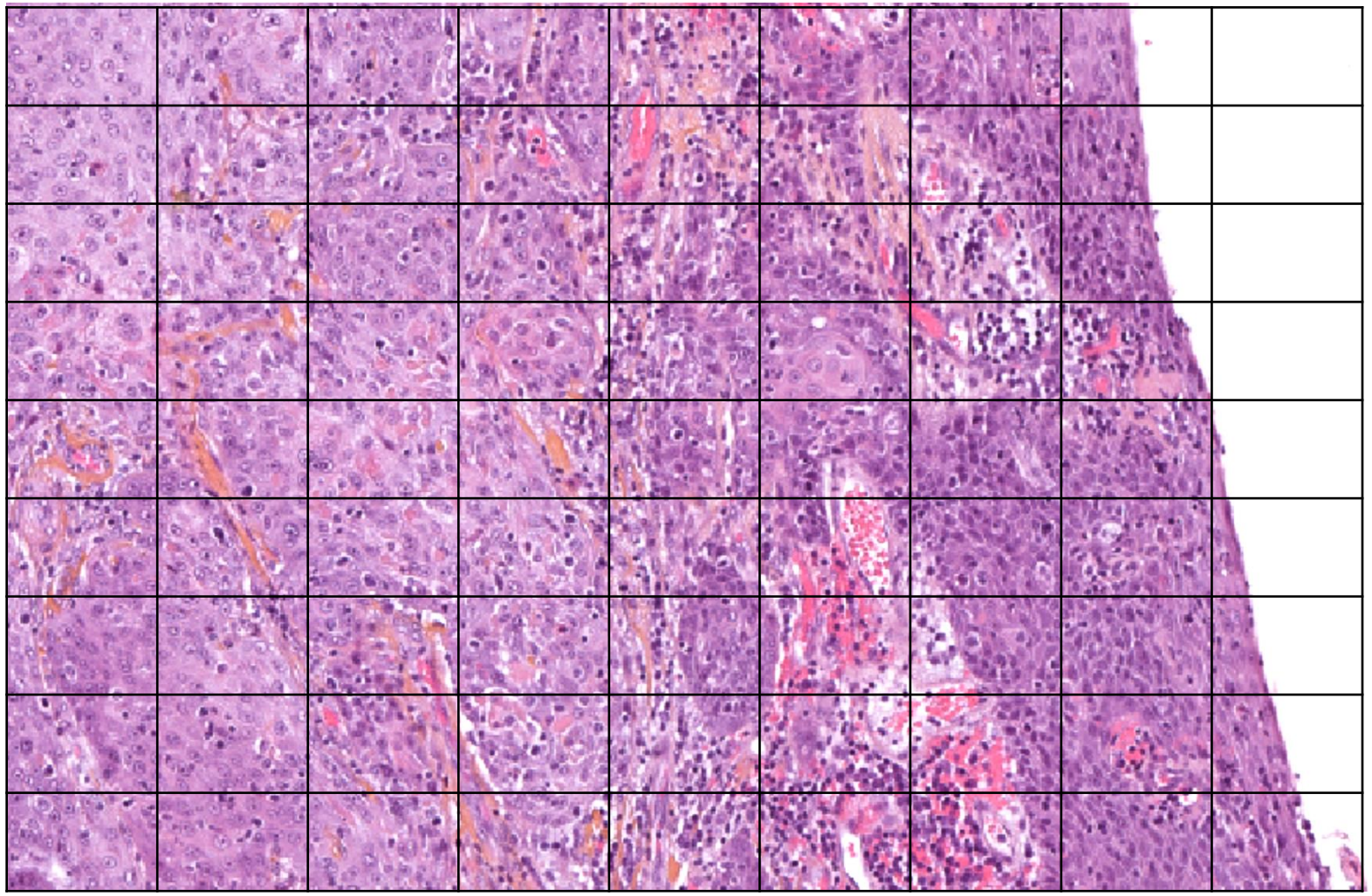
Caractéristiques du jeu de données

Classe lésionnelle de la lame	
Épithélium normal	593
Dysplasie de bas grade	267
Dysplasie de haut grade	770
dont dysplasie modérée	232
dont dysplasie sévère	538
Carcinome infiltrant	730
Nombre total de lames	**2360**

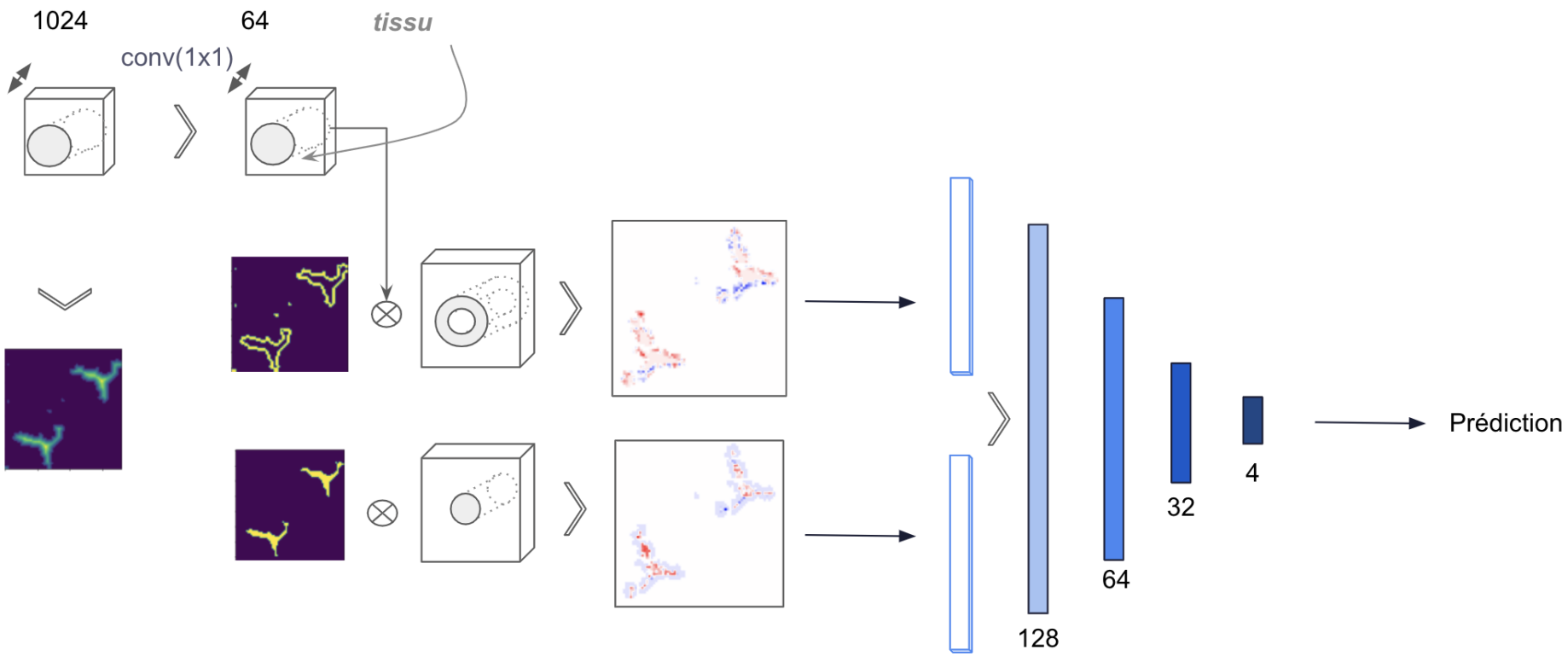
Modèles MIL de référence : Perte de l’information locale



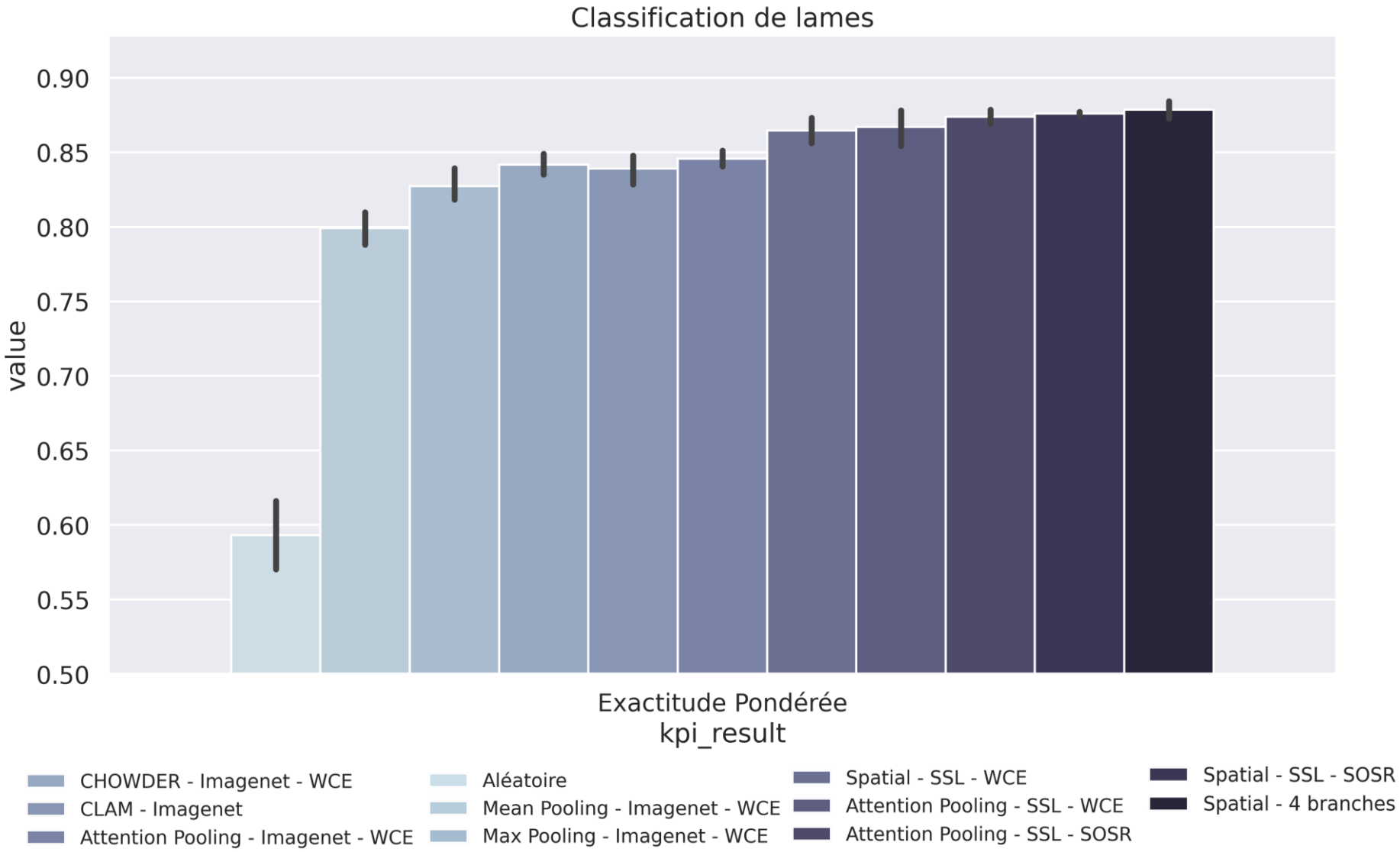
Modèles MIL de référence : Perte de l’information locale



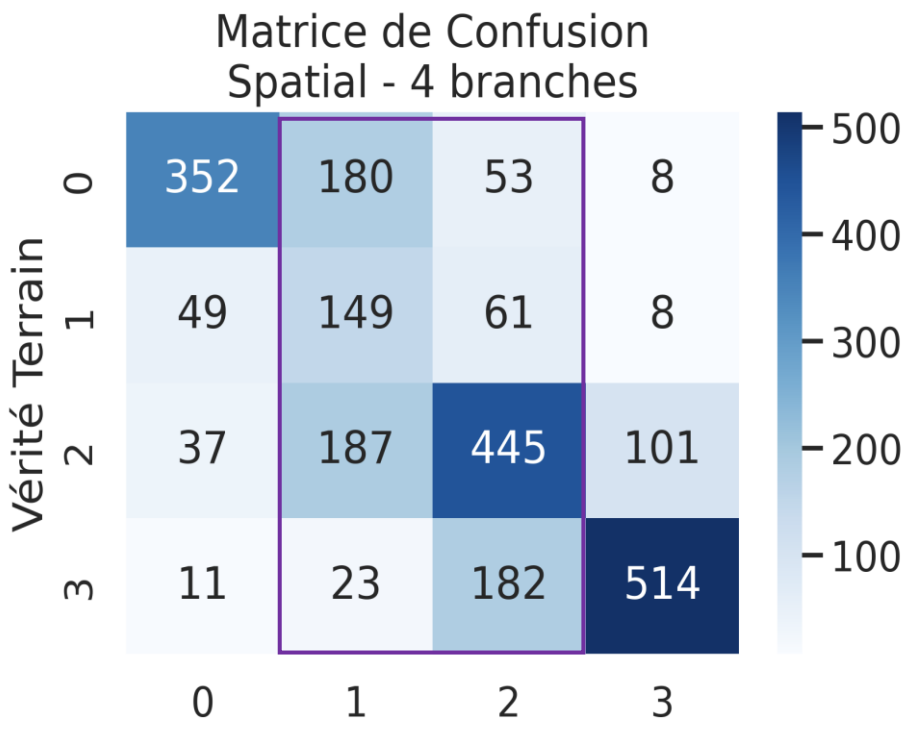
Modèle *Spatial Attention*

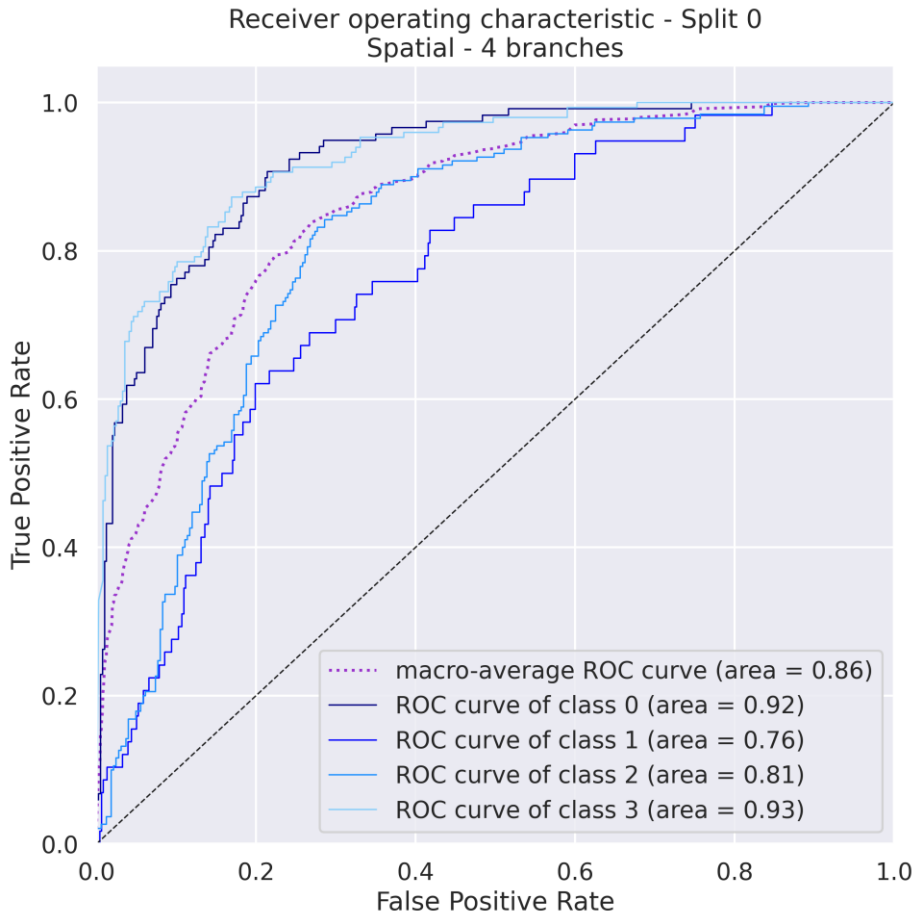


Résultats


Classification de lames
0.90
0.85
0.80
0.75
0.70
0.65
0.60
0.55
0.50
value
Exactitude Pondérée
kpi_result
CHOWDER - Imagenet - WCE
CLAM - Imagenet
Attention Pooling - Imagenet - WCE
Aléatoire
Mean Pooling - Imagenet - WCE
Max Pooling - Imagenet - WCE
Spatial - SSL - WCE
Attention Pooling - SSL - WCE
Attention Pooling - SSL - SOSR
Spatial - SSL - SOSR
Spatial - 4 branches

Limites du modèle pour distinguer les dysplasies BG *vs* HG





Une nouvelle manière de les classer ?

Conclusion

Potentialités de l'IA pour le diagnostic en ACP

Partenariat entre pathologiste et *data scientist*

Optimiser les modèles selon les problématiques médicales à résoudre

Remerciements

Pr Cécile Badoual – directrice de thèse

Service de pathologie – HEGP

Mélanie Lubrano

Pr Thomas Walter

S. Berlemont - KeenEye

Membres du jury de thèse :

Pr Eric Deutsch

Pr Philippe Bertheau

Pr Julien Calderaro

Dr Marion Classe