

IA et outils sur mesure: Évolution du workflow en pathologie numérique aux HUG

Mario Kreutzfeldt, Vincent Braunersreuther
Service de Pathologie Clinique, Département Diagnostique HUG



Département Diagnostique D-DIAG



Service de médecine
de laboratoire



Service de médecine génétique



Service de
pathologie clinique



Service de radiologie



Service de neuroradiologie
diagnostique et
interventionnelle



Service de médecine nucléaire
et imagerie moléculaire



Plateforme des laboratoires de
thérapie cellulaire et de
transplantation



Service des sciences
de l'information médicale



Service de cybersanté et de
télémedecine



IA et outils sur mesure: Évolution du workflow en pathologie numérique aux HUG

Mario Kreutzfeldt, Vincent Braunersreuther
Service de Pathologie Clinique, Département Diagnostique HUG

1^{re} partie: Évolution du workflow (Vincent Braunersreuther)

2^e partie: IA et outils sur mesure (Mario Kreutzfeldt)

Département Diagnostique D-DIAG



Service de médecine
de laboratoire



Service de médecine génétique



Service de
pathologie clinique



Service de radiologie



Service de neuroradiologie
diagnostique et
interventionnelle



Service de médecine nucléaire
et imagerie moléculaire



Plateforme des laboratoires de
thérapie cellulaire et de
transplantation



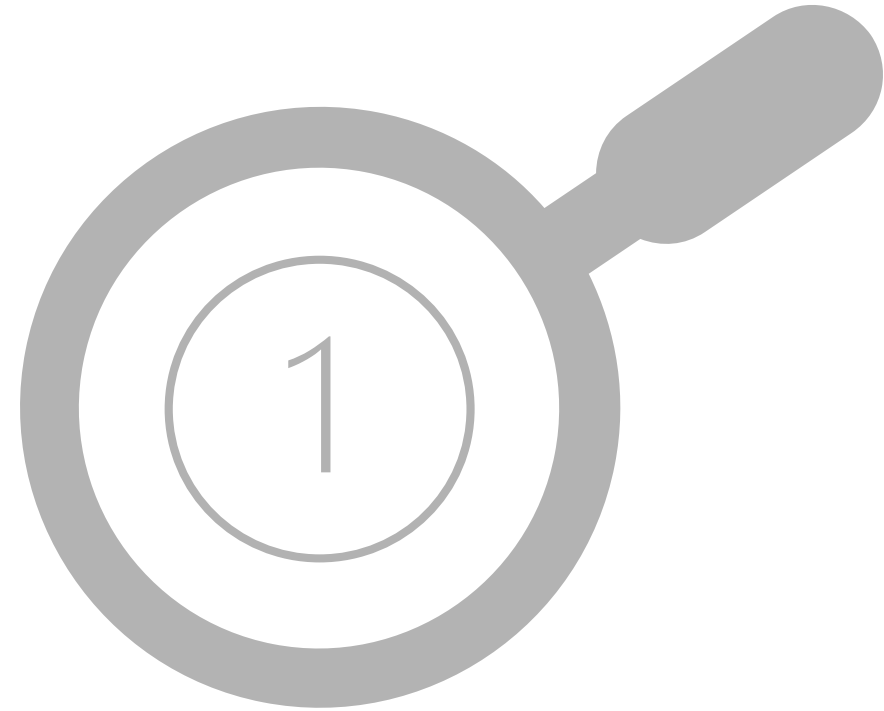
Service des sciences
de l'information médicale



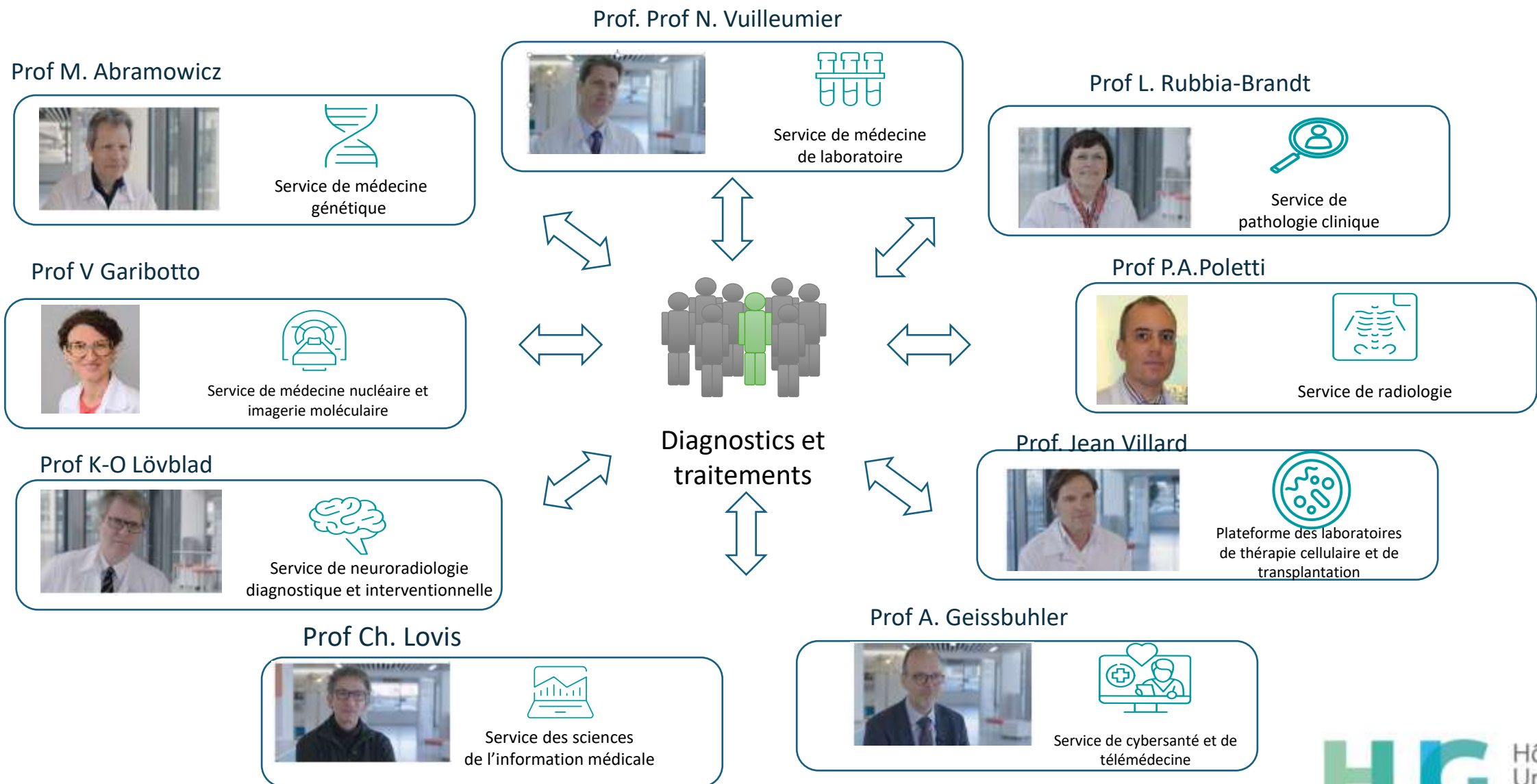
Service de cybersanté et de
télémédecine



1^{re} partie : Évolution du workflow (Vincent Braunersreuther)



Département diagnostique aux HUG



130 collaborateurs dont 25 médecins pathologistes

Etablir des diagnostics et évaluer les facteurs pronostiques ou prédictifs en réponse à certains traitements.

7 laboratoires : histologie, cytologie, Immunohistochimie, pathologie/oncologie moléculaire, cytométrie en flux, microscopie électronique, analyse d'image

~ 55'000 prélèvements tissulaires et cellulaires par année

~ 260'000 lames par année

~ 30'000 rapports médicaux année

~ 20 tumorboards par semaine

~ 900 heures d'enseignement post-gradué, médical et paramédical

~ 1500 examens d'avis de seconde expertise

Autopsies médicales et la morgue des HUG

1^{er} service hospitalo-universitaire suisse à être entièrement numérisé



L'examen de pathologie

Permet de :

Poser un diagnostic précis sur un prélèvement tissulaire ou cellulaire

- Identifier la nature d'une lésion : tumeur bénigne, maligne, - inflammatoire, infectieuse, dégénérative

Évaluer l'étendue et la gravité de la maladie

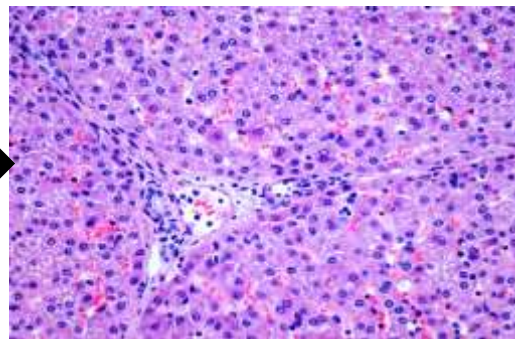
- Déterminer le stade et le grade d'une tumeur.
- Apprécier la sévérité d'une inflammation ou d'une fibrose.

Etablir le pronostic

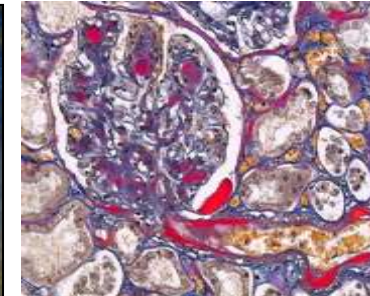
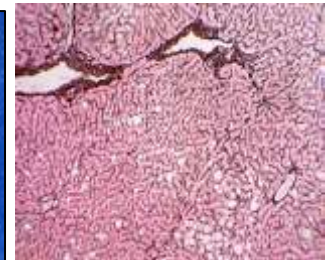
Orienter la prise en charge thérapeutique



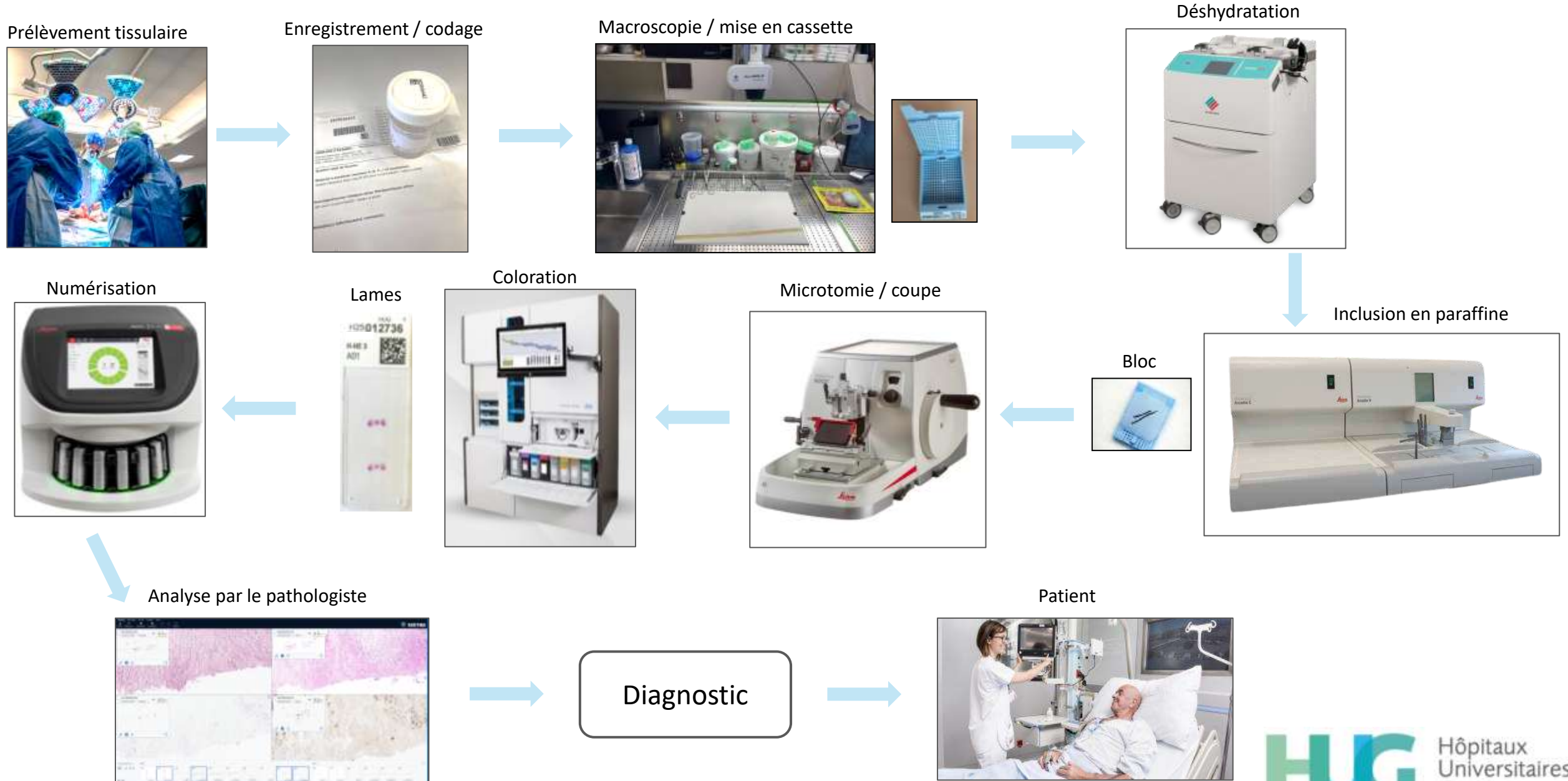
Macroscopie



Histologie



Nécessite un processus technique spécifique



Diagnostics basés sur la morphologie...

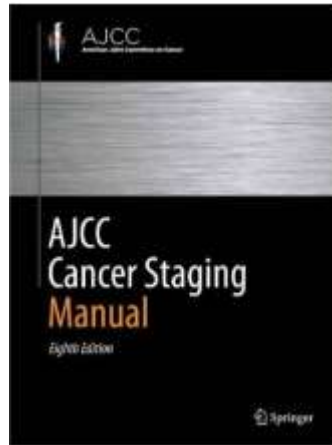
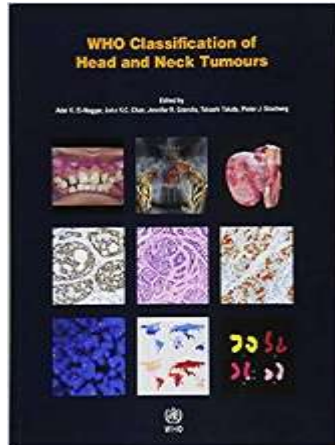
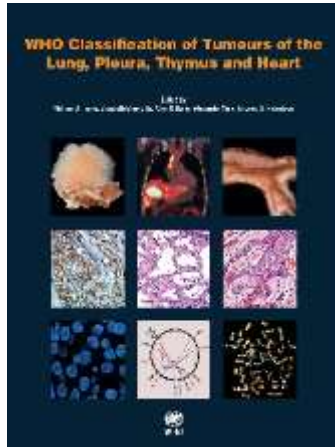
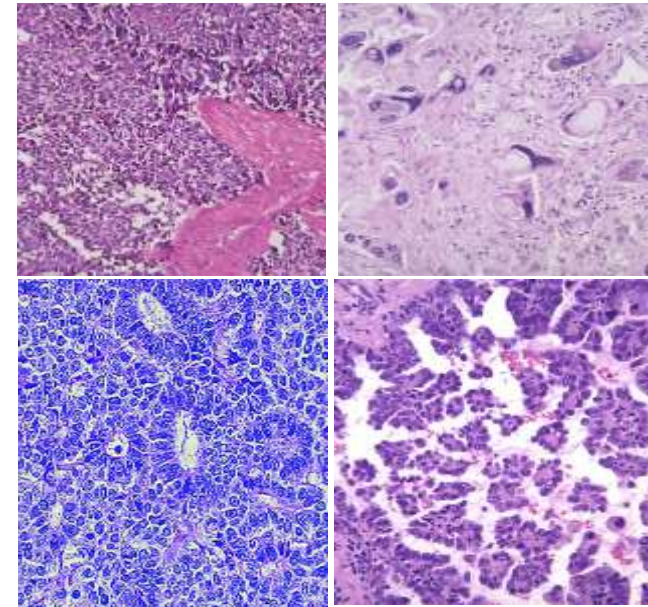
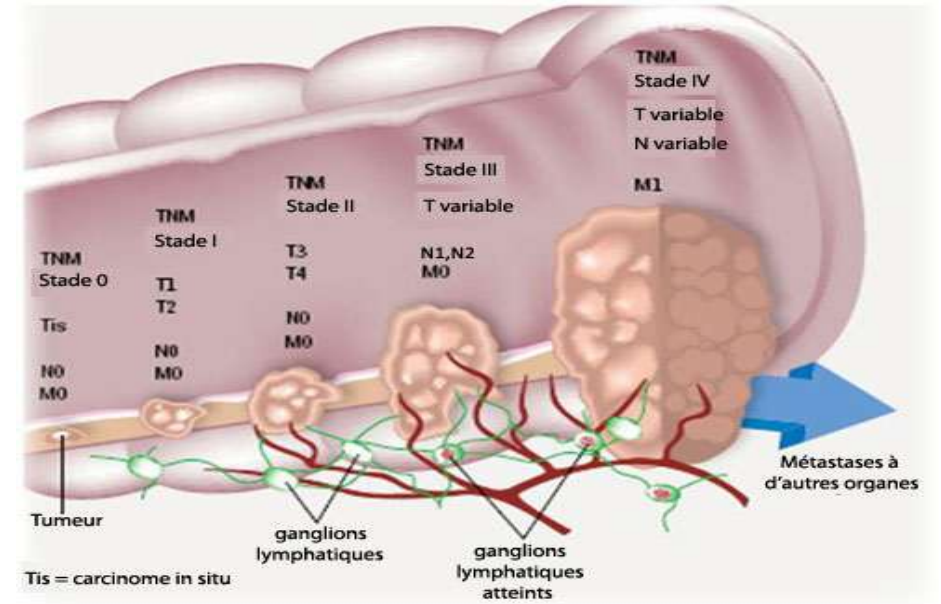


TABLE 3: WHO and IASLC guidelines for the histologic classification of lung cancer

I Adenocarcinoma	
i. Preinvasive lesions	
1. Atypical adenomatous hyperplasia	
2. Adenocarcinoma in situ (≤ 3 cm formerly BAC)	
a. Nonmucinous	
b. Mucinous	
c. Mixed mucinous/nonmucinous	
ii. Minimally invasive adenocarcinoma (≤ 3 cm lepidic predominant tumor with ≤ 5 mm invasion)	
1. Nonmucinous	
2. Mucinous	
3. Mixed mucinous/nonmucinous	
iii. Invasive adenocarcinoma	
1. Lepidic predominant (formerly nonmucinous BAC pattern, with > 5 mm invasion)	
2. Acinar predominant	
3. Papillary predominant	
4. Micropapillary predominant	
5. Solid predominant with mucin production	
iv. Variants of invasive adenocarcinoma	
1. Invasive mucinous adenocarcinoma (formerly mucinous BAC)	
2. Colloid	
3. Fetal (low- and high-grade)	
4. Enteric	
II Squamous cell carcinoma	
i. Papillary	
ii. Small-cell	
iii. Clear cell	
iv. Basaloid	
III Large-cell carcinoma	
i. Large-cell neuroendocrine carcinoma	
ii. Basaloid carcinoma	
iii. Lymphoepithelioma-like carcinoma	
iv. Mixed large-cell neuroendocrine carcinoma	
v. Clear cell carcinoma with rhabdoid phenotype	
IV Adenosquamous carcinoma	
V Carcinomas with pleomorphic, sarcomatous characteristics	
i. Carcinosarcoma	
ii. Pulmonary blastoma	
iii. Carcinomas with spindle and/or giant cells	
1. Giant cell carcinoma	
2. Spindle cell carcinoma	
3. Pleomorphic carcinoma	
iv. Other	
VI Carcoid	
i. Typical carcoid	
ii. Atypical carcoid	
VII Carcinomas of salivary gland origin	
i. Adenoid cystic carcinoma	
ii. Mucoepidermoid carcinoma	
iii. Others	
VIII Unclassified	

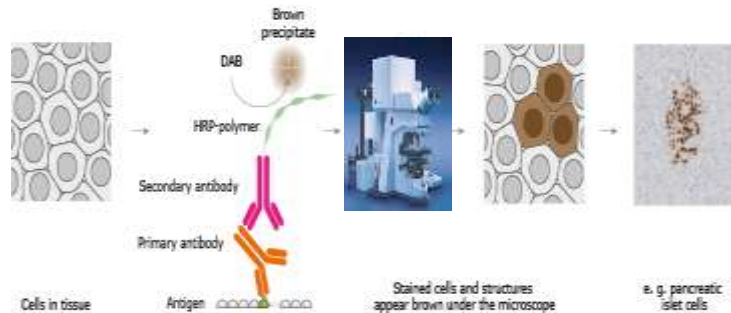
Adapted from:
International Classification of Tumors, Geneva, Switzerland: WHO, 1991; Travis WD, Colby TV, Corrin B, et al: World Health Organization: Histological Typing of Lung and Pleural Tumours, 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1999; Dettorbeck FC, Boffa JJ, Travis WD: Chest 136:262-271, 2009; Travis WD, Brambilla E, Noguchi M, et al: International Association for the Study of Lung Cancer/American Thoracic Society/European Respiratory Society International Multidisciplinary Classification of Lung Adenocarcinoma. Journal of Thoracic Oncology 6:244-285, 2011.
BAC = bronchioloalveolar carcinoma; IASLC = International Association for the Study of Lung Cancer



... mais aussi, par une caractérisation approfondie par ex la tumeur en ciblant des expressions protéiniques spécifiques et altérations moléculaires....

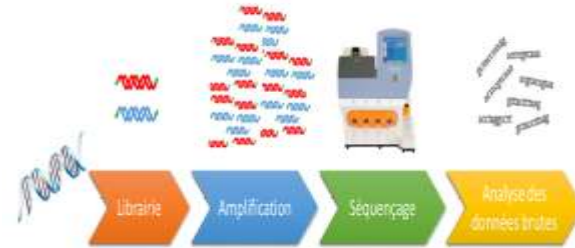
Immunohistochimie (1970 -1980)

- Combine 3 disciplines: immunologie et histologie et chimie
- Déterminer le niveau d'expression et la localisation de la protéine
- Identifier des expressions spécifiques de tissus ou de constituants cellulaires (antigènes) au moyen d'interactions antigène-anticorps

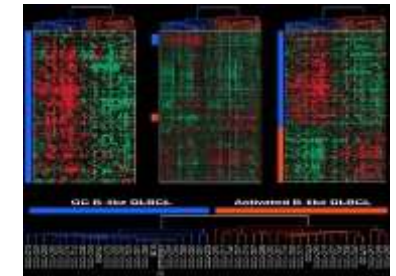


Analyse du génome, ARN via différents types de tests moléculaires

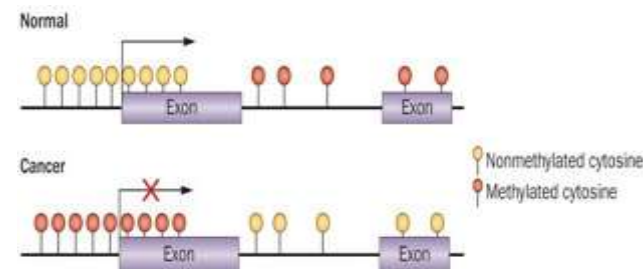
DNA Sequencing : ex gene panels (100 or 400 genes), whole exome or whole genome



RNA Sequencing: gene expression, transcript fusion, new transcripts...



Epigenetic modification: methylation..



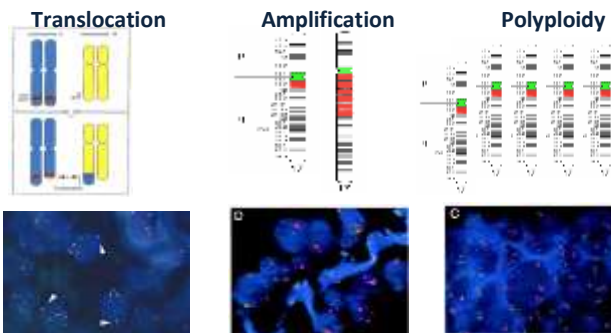
copy number variations (CNVs)



Figure 5. Oncobrain CNV data presented in karyotype in CNV software. Chromosomes in the entire genome visualization and ability to compare data from three samples before each vertical line read in the chromosome represents one pairing. CNV gains are shown in blue and CNV losses are shown in red.

Hybridisation In situ (FISH; CISH; SISH)

- Localise la séquence spécifique d'ADN ou d'ARN sur section de tissu (in situ)
- Détermine variantes structurales et variants nombre de copie de gène



Nécessite un développement technologique continue...

INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES MAJEURES EN PATHOLOGIE

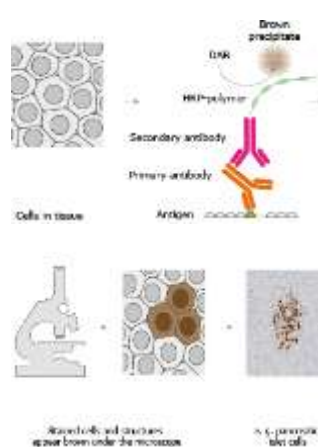
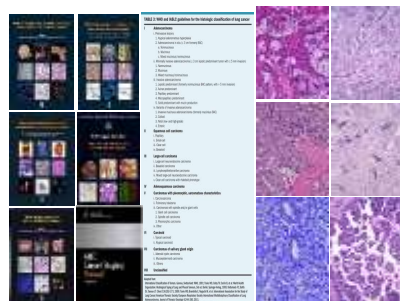
Autopsie comme outil
de recherche
16-18^{ème} siècle

Microscopie et
pathologie du vivant
Dès fin 19^{ème} siècle

Immunohistochimie
Depuis 1980

Pathologie moléculaire
et bioinformatique
clinique
Depuis 2010

Pathologie numérique
et computationnelle
depuis 2020

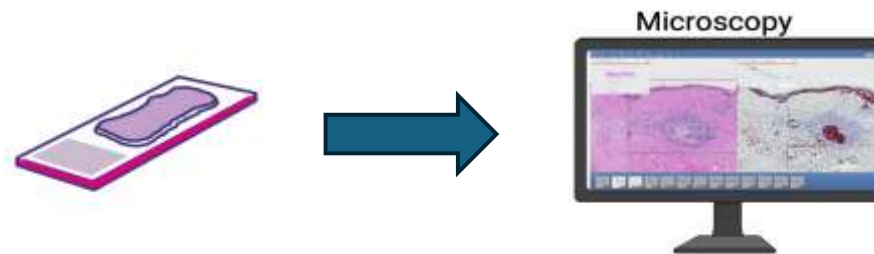


Qu'est-ce que la pathologie numérique ?

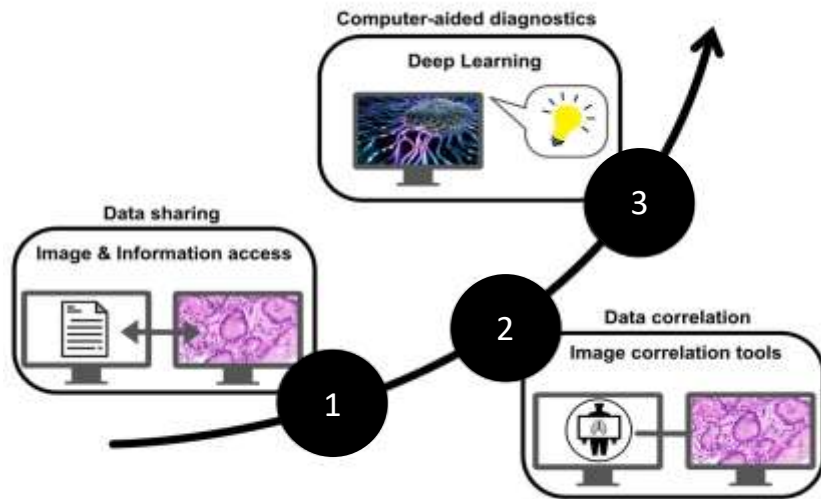
Nouvelle technologie qui fournit de nouveaux outils au médecin pathologiste



- Implique l'acquisition, la gestion et l'interprétation de données anatomo-pathologiques numérisées, en remplaçant les lames de verre traditionnelles par des images haute résolution.

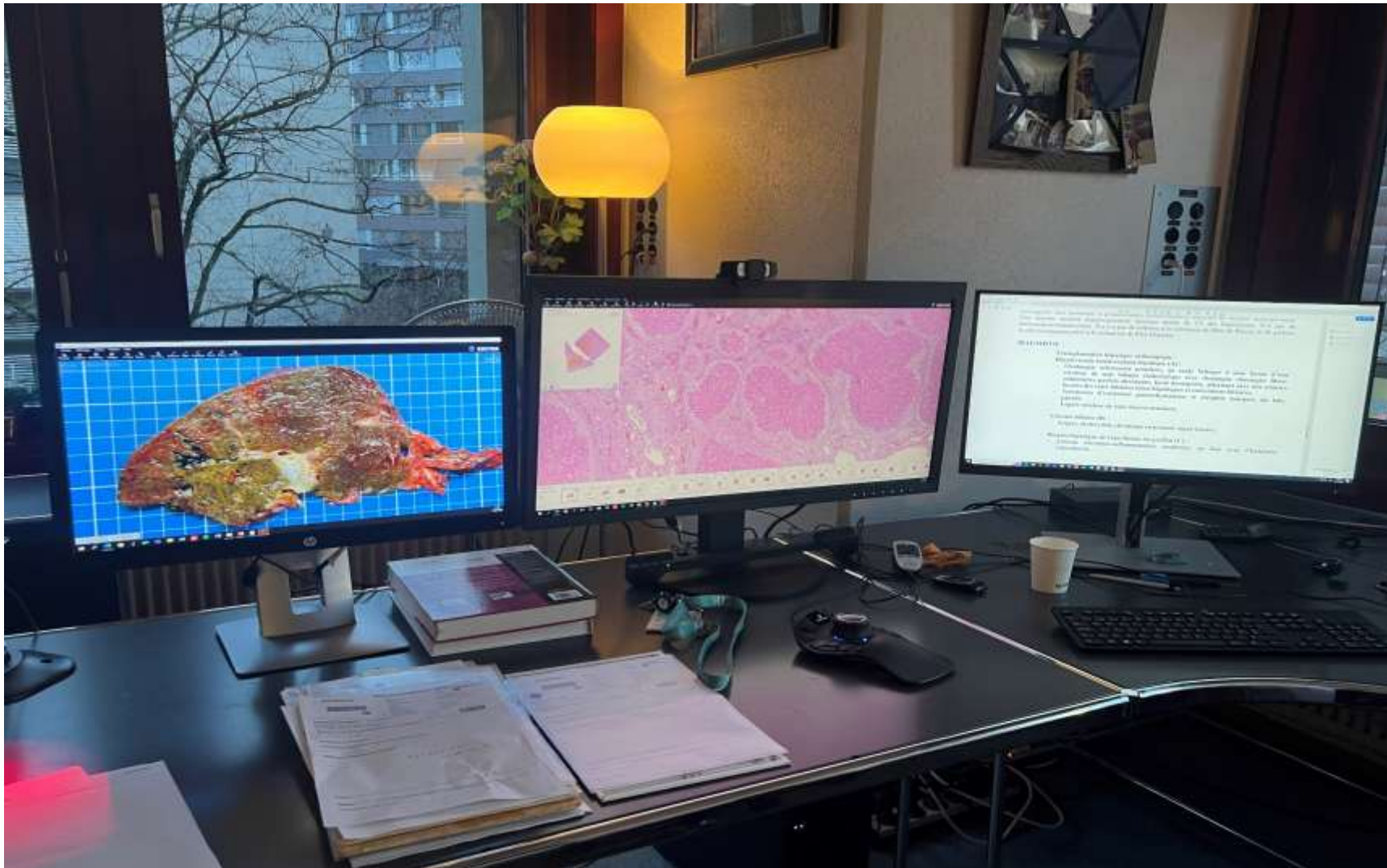


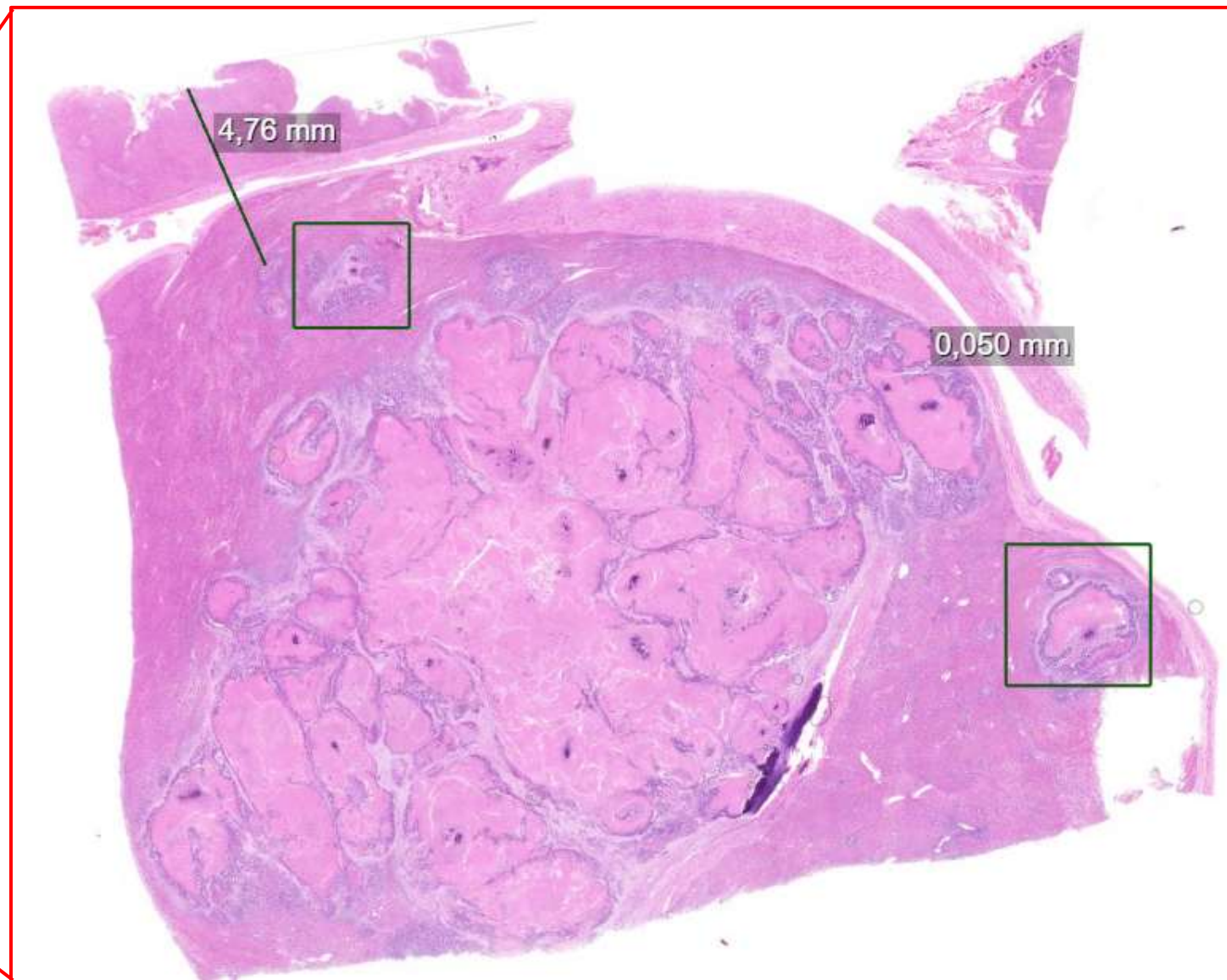
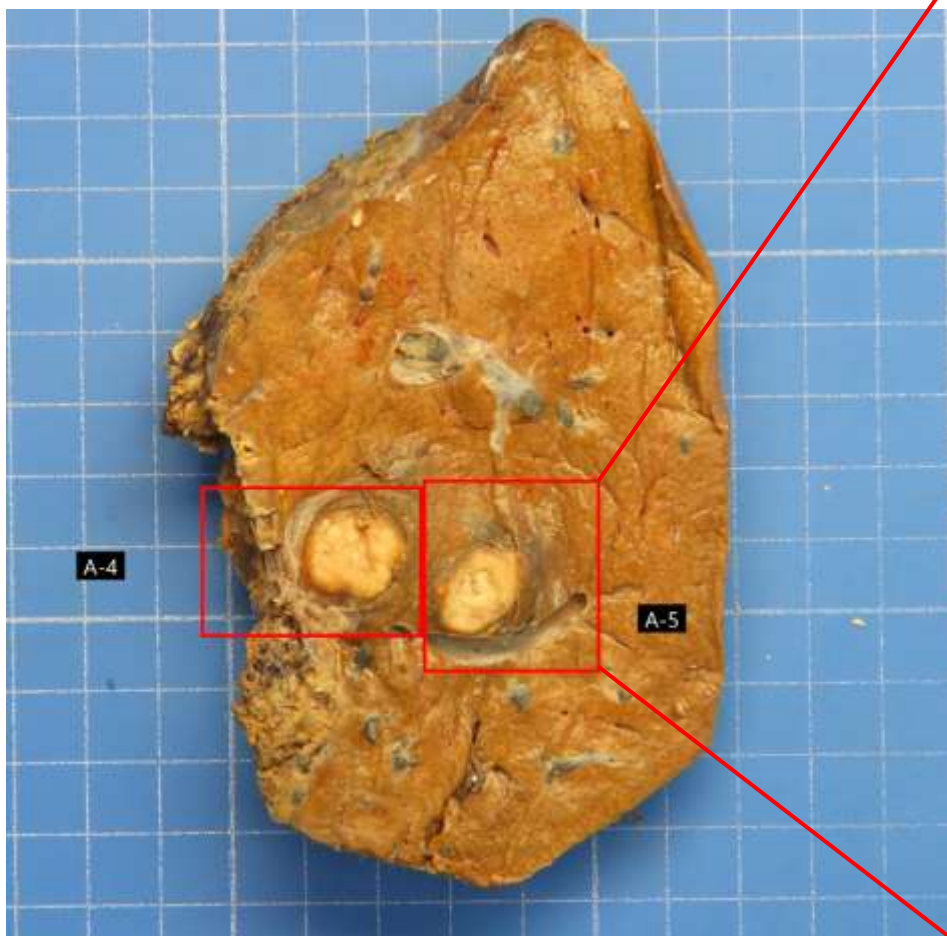
Pourquoi sommes-nous passés à la pathologie numérique aux HUG ?

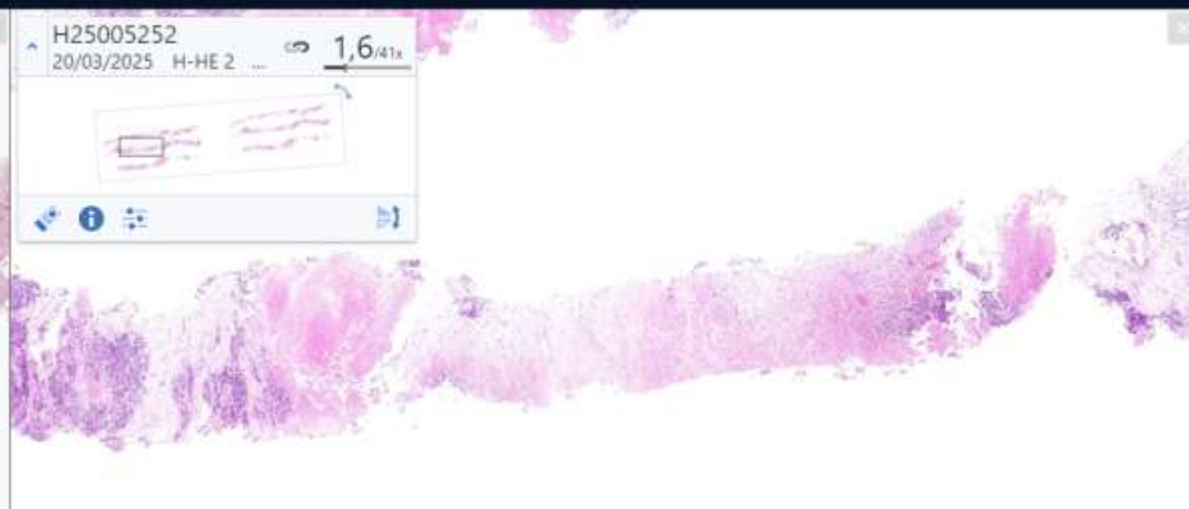


- Dans le cadre des objectifs stratégiques des HUG : une documentation patient entièrement numérisée et un partage de données
- Augmenter la qualité, la performance et la rapidité des diagnostics médicaux, notamment gain de temps et ergonomie :
 - Moins de manipulation de lames
 - Préparation des Colloques multidisciplinaires,
 - Comparaisons avec des biopsies antérieures
 - Facilite l'échange: téléconsultation de 2ème avis.
 - Formation: Annotations, Accès/collection de cas d'apprentissage
 - Télétravail
- Pré-requis pour l'**analyse d'images assistée par ordinateur**
 - Analyse qualitative et quantitative sur des images Automatisation via algorithmes d'aide au diagnostic
 - R&D: Innovation / développement/ Recherche (omics»)

Un poste de travail type







H25005252 A01

2 16/16

41x 41x 38x 38x 38x 38x 38x 38x 38x 38x 41x 41x 38x 38x 38x 38x

H-HE 1 H-HE 2 H-BP H-GOM H-MASS H-PASD I-CD X2 I-CK7 I-CK20 I-ISHer2 H-HE 1 H-HE 2 H-BP H-GOM H-MASS H-PASD

B01

Comment passer à la pathologie numérique ?

Standardisation des techniques

Organisation du flux de travail

Equipements de laboratoire

Interopérabilité

Acquisitions



Scanners



IMS

Infrastructure informatique

Formation

Sécurité, qualité et accréditation

Accompagnement au changement

Des expertises combinées sont nécessaires pour mettre en œuvre et maintenir le flux de travail de la pathologie numérique



Pathologistes



Responsable de
laboratoire



Techniciens en analyses
biomédicales



Accréditation



Experts en informatique et des
bio-ingénieur médicaux



R & D : Bio-informaticien



Un projet médical et non technologique

Comment passer à la pathologie numérique pour le laboratoire ?

Deux conditions pour le laboratoire :

- «Turnaround time» inchangé par rapport au flux non-numérisé
- Dotation en personnel inchangée

Traçabilité informatisée des prélèvements

Système informatisé de suivi d'échantillons



Imprimantes à lames, douchettes (barcoding)
Intégration informatique du SIL (DIAMIC) et les applications HUG

Equipements de laboratoire

Automates de coloration et de déshydratation



Automatisation: fixation, déshydratation, enrobage des prélèvements, coloration des lames

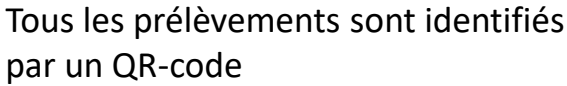
Réorganisation du flux de travail



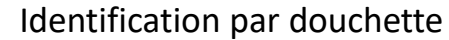
Traçabilité informatisée des prélèvements



Diatrack



Tous les prélèvements sont identifiés
par un QR-code



Identification par douchette



Label unique pour chaque lame

Modernisation du parc d'équipements

2x



Remplacement de 2 Pathcenter et
de la MEDITE TPC par 3x LOGOS



5x



Réduction majeure de l'exposition aux produits toxiques

Diminution significative du temps de maintenance quotidien (2h/ jour)

Compatibilité avec le flux de travail numérisé

- Séchage des lames optimal qui permet leur transfert direct dans les scanners (flux continu)

Standardisation des colorations

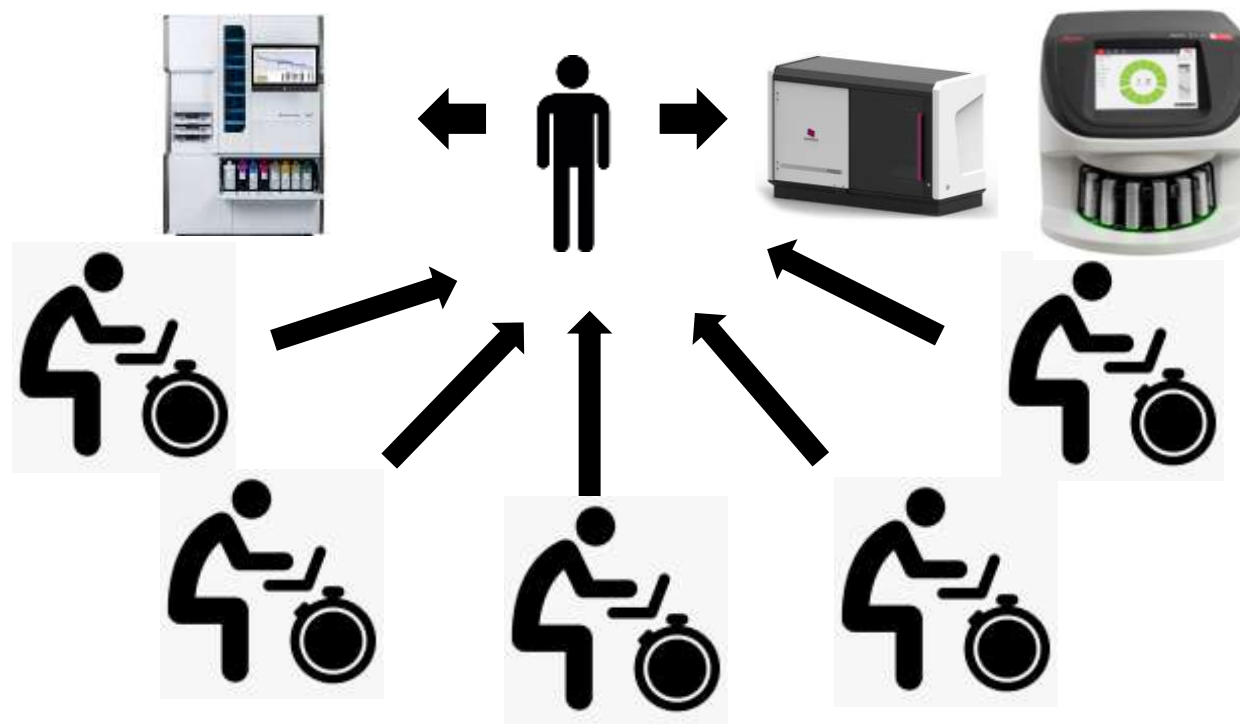
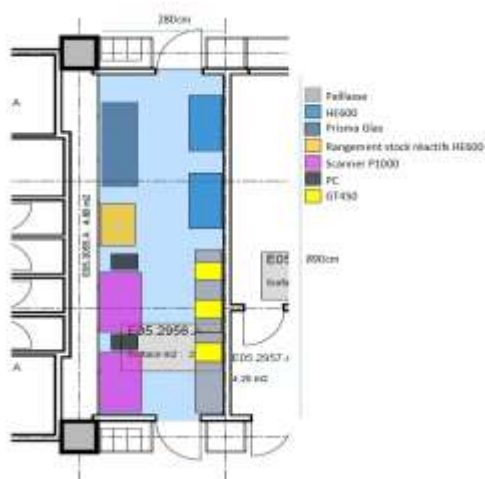
La gestion des réactifs simple

Réorganisation du flux de travail

Création d'un poste (8h-17h) «scan» spécifique pour coordonner la coloration des lames et les scanners.

Réorganisation du laboratoire ainsi que la réduction du temps de maintenance ont permis de libérer une personne pour ce poste sans ETP supplémentaire.

Cette nouvelle configuration permet de scanner les lames en flux continu et d'optimiser le temps de rendu.



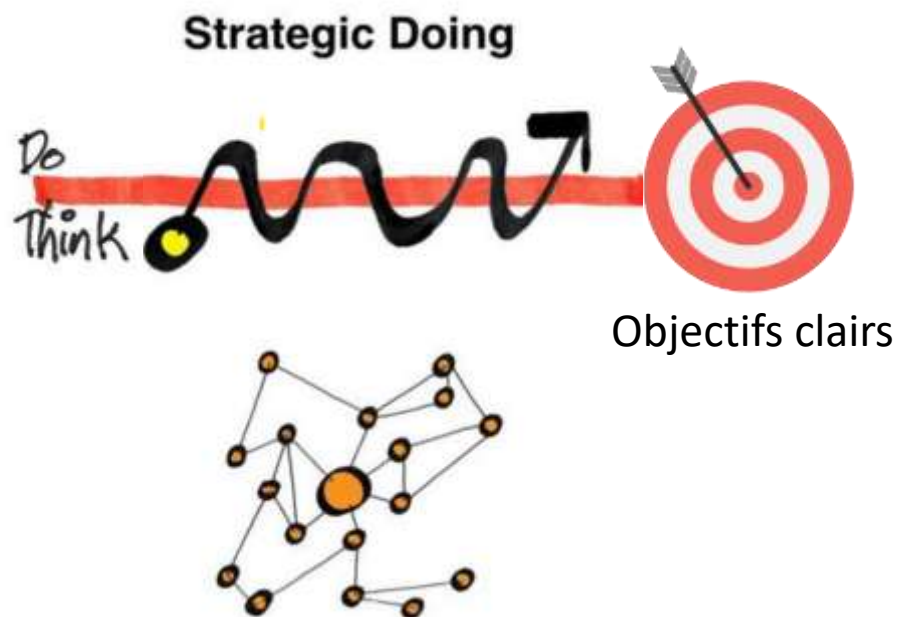
Un point clé dans la réussite du projet : le management du changement

Communication

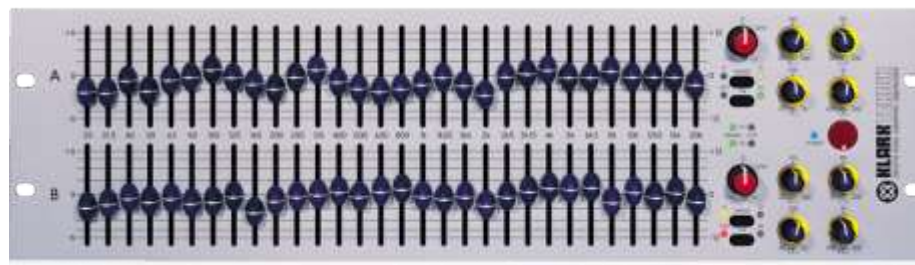
Implication et participation

Soutien et amélioration continue

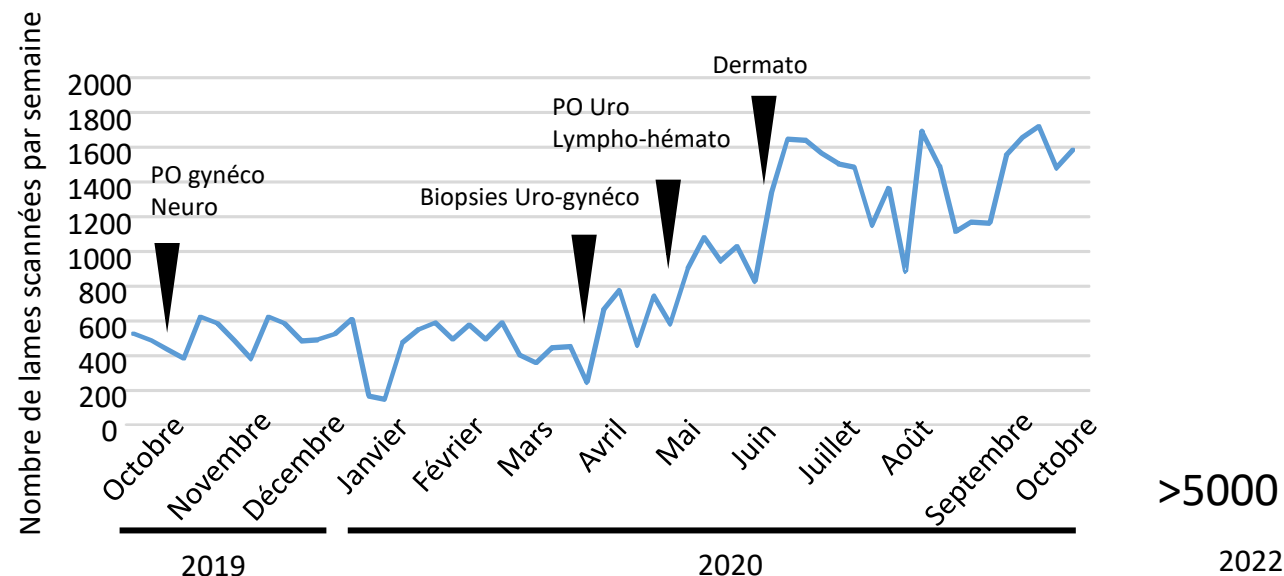
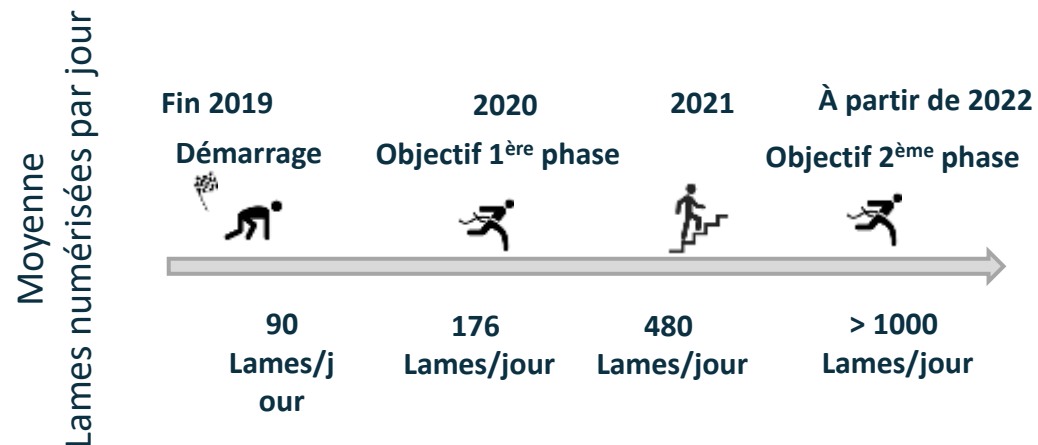
Exemplarité / leadership



Ajustement constant!

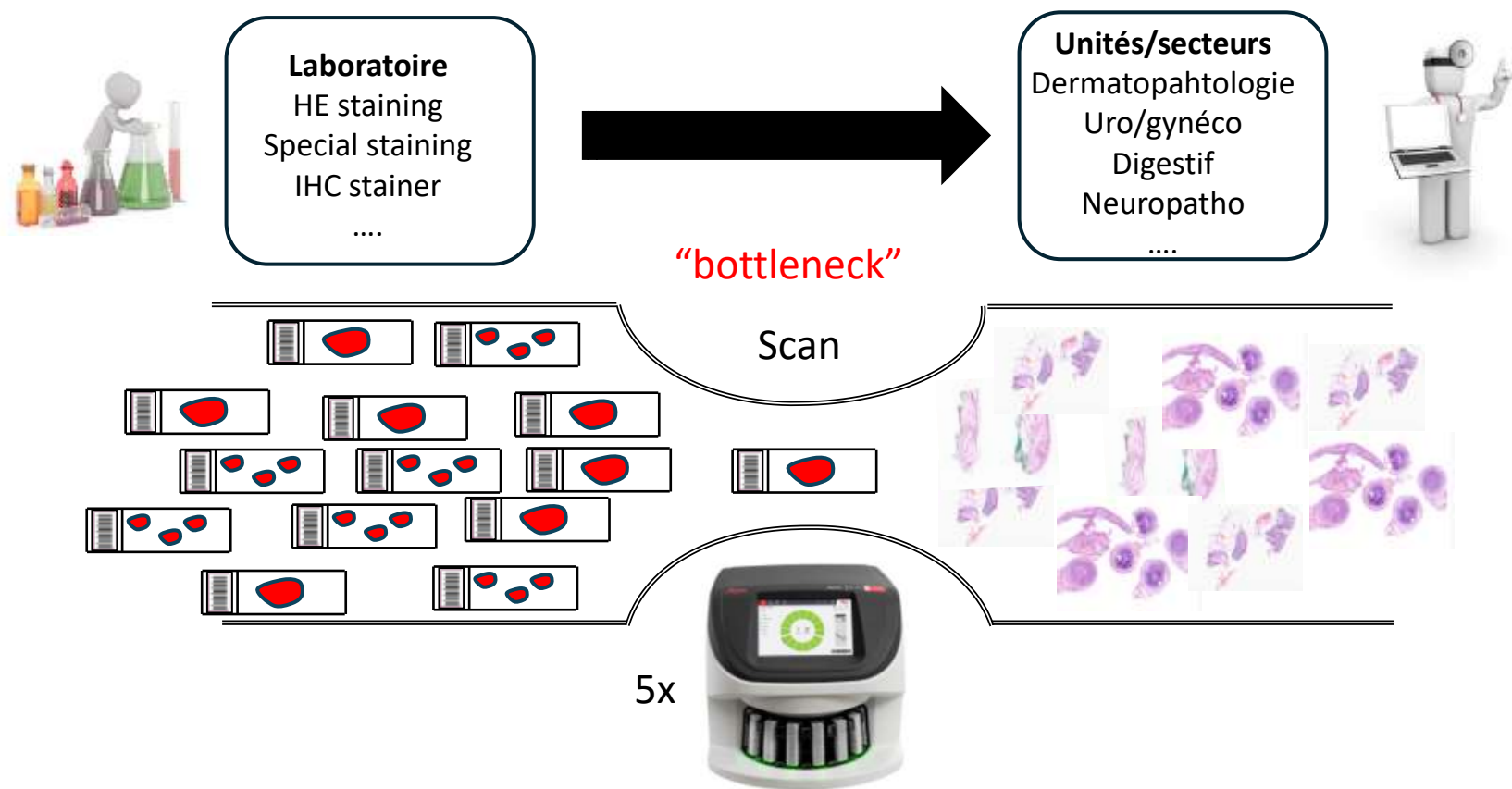


Mise en place de la pathologie numérique "pas à pas"



➤ 235'000 lames numérisées par an

Modification du flux de travail de pathologie entièrement numérique



Durée moyenne de scan par lame = 2 minutes
1000 lames = 33.3 heure de scan

Optimisations mises en place pour le flux numérique

Planification et ressources humaines

- Nouvelles directives sur les horaires
- Ajustement des horaires de collaborateurs

Gestion du flux de travail

- Directive sur l'organisation du travail personnel
- «One-day biopsies»
- Optimisation des recoupes de seconde intention avec un poste dédié
- Priorité au scan en fonction du besoin médical

Standardisation et qualité

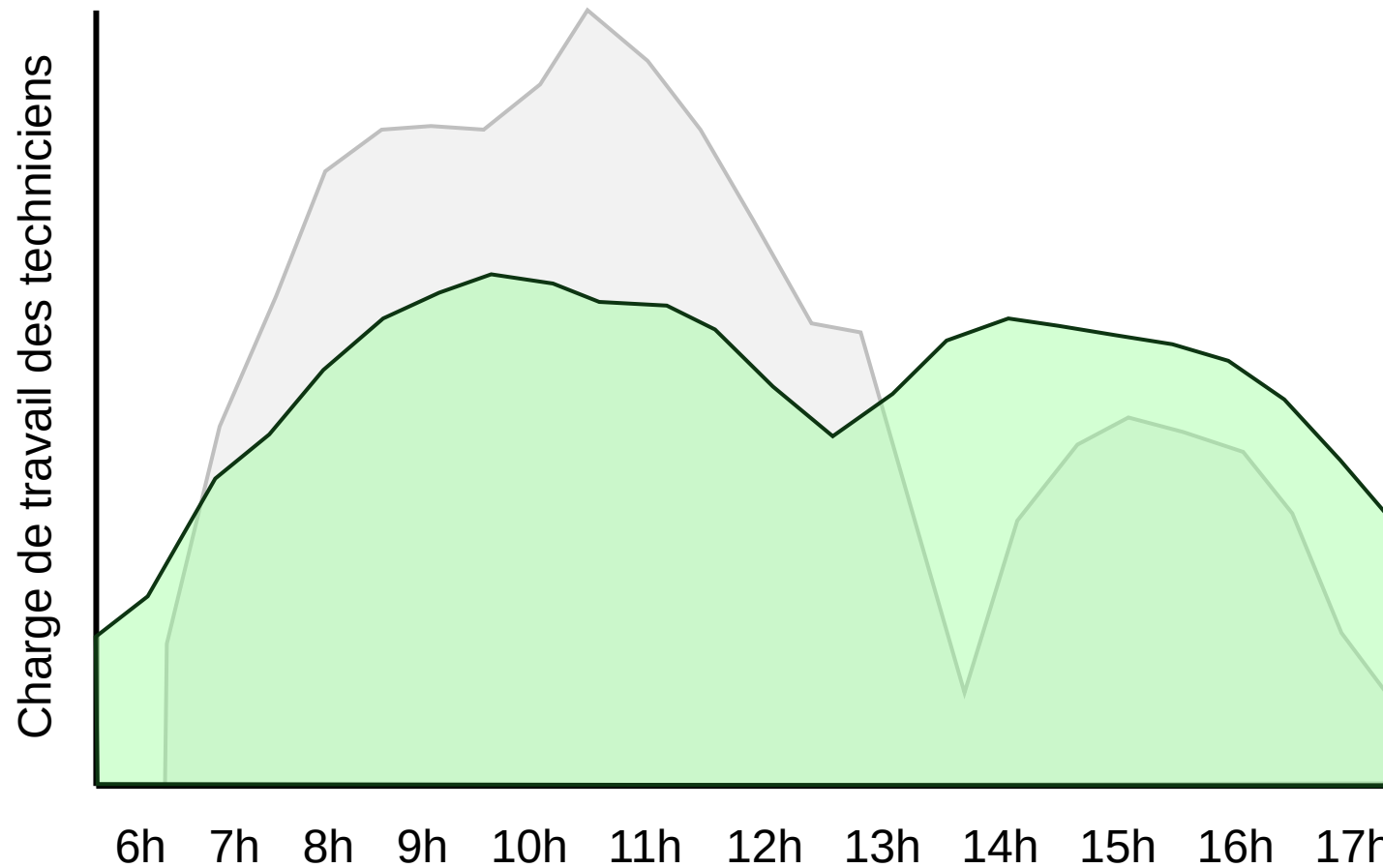
- Nombre de d'image par lame et propreté exigée
- Révision des processus de colorations spéciales pour diminuer le TAT

Paramétrage

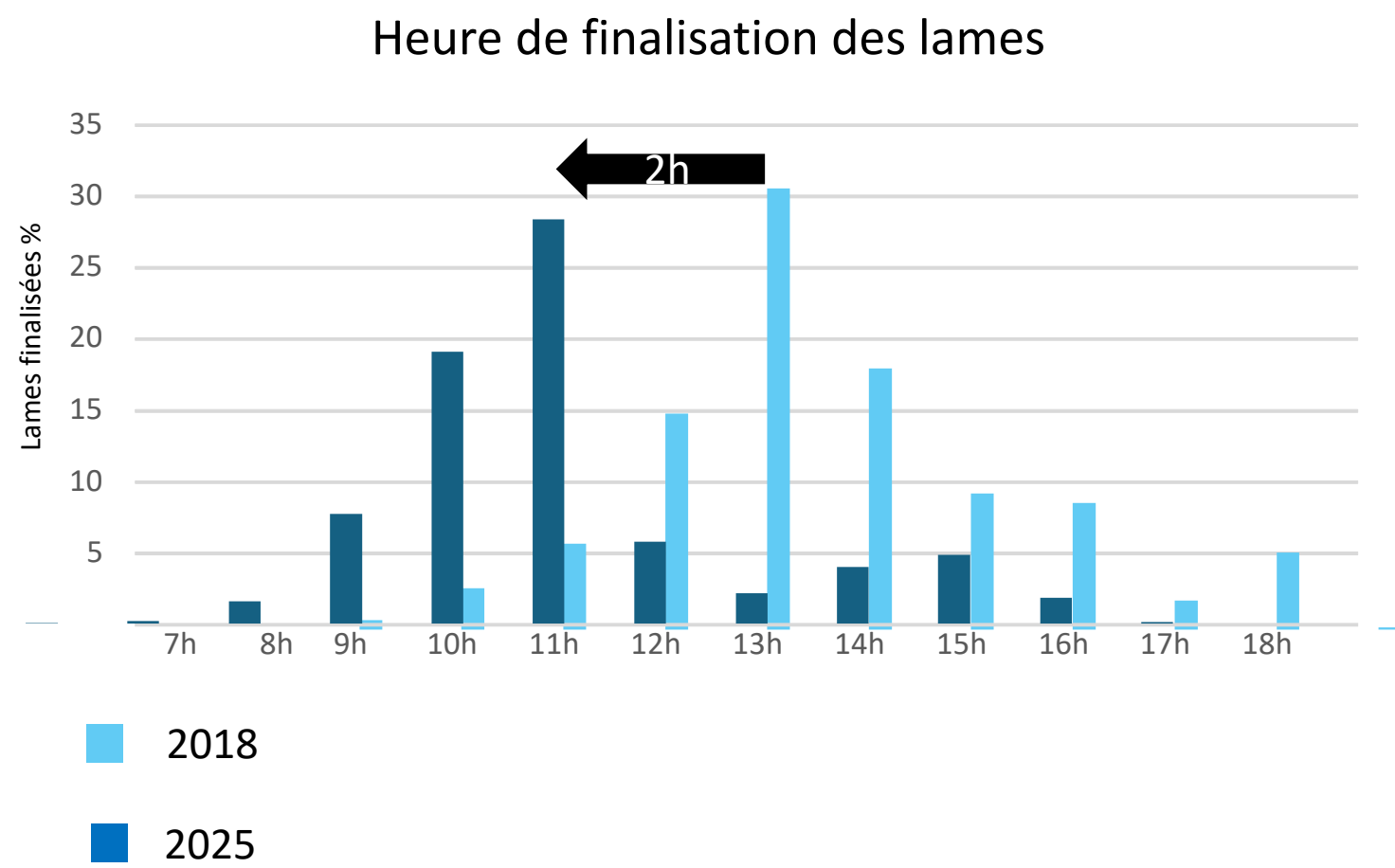
- Paramétrage optimisé afin de scanner les lames avec les profil adéquat

Augmentation globale de la qualité

Impact sur la journée type des techniciens en analyses biomédicales

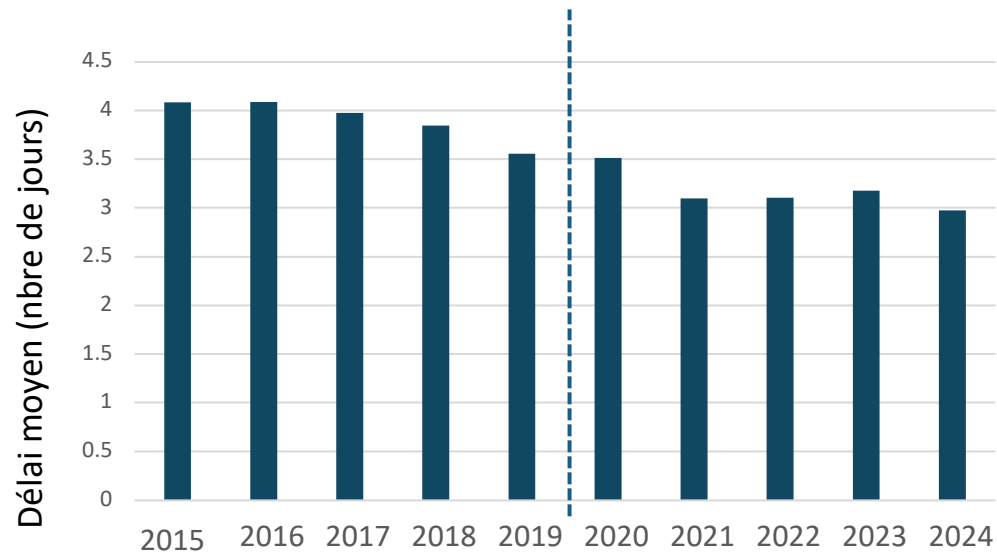


Résultat de ces optimisations sur le TAT technique

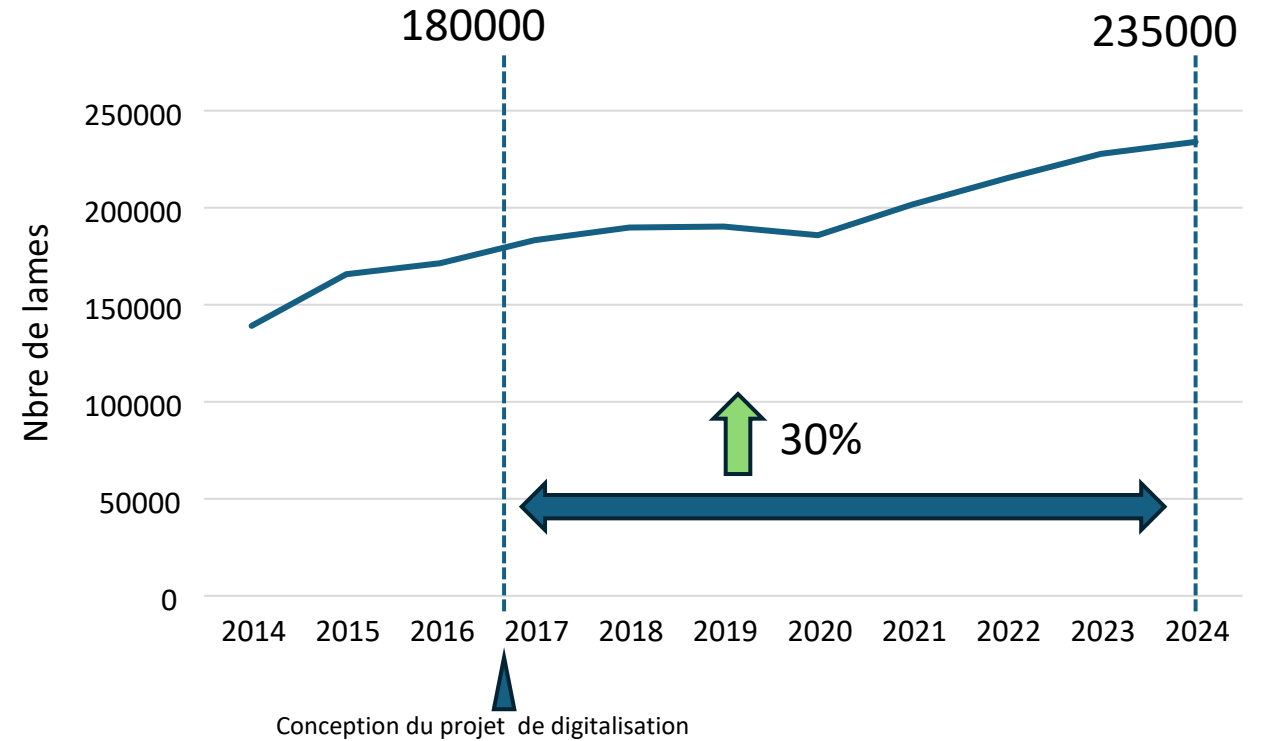


Evaluation des indicateurs de qualité

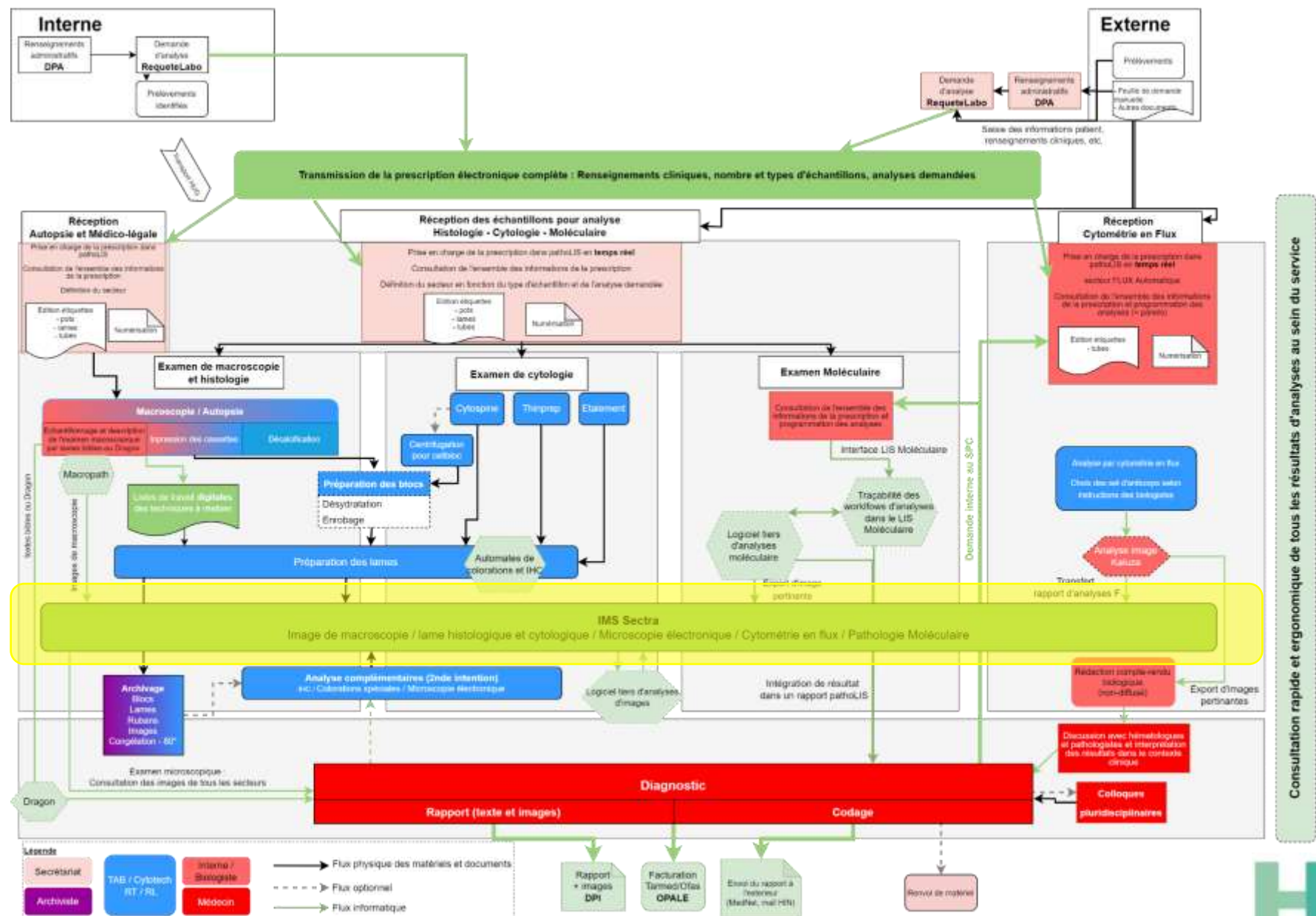
Délai de rendu des examens de pathologie



Nombre de lames / année



Réorganisation du flux de travail global au niveau du service



2^e partie: IA et outils sur mesure (Mario Kreutzfeldt)

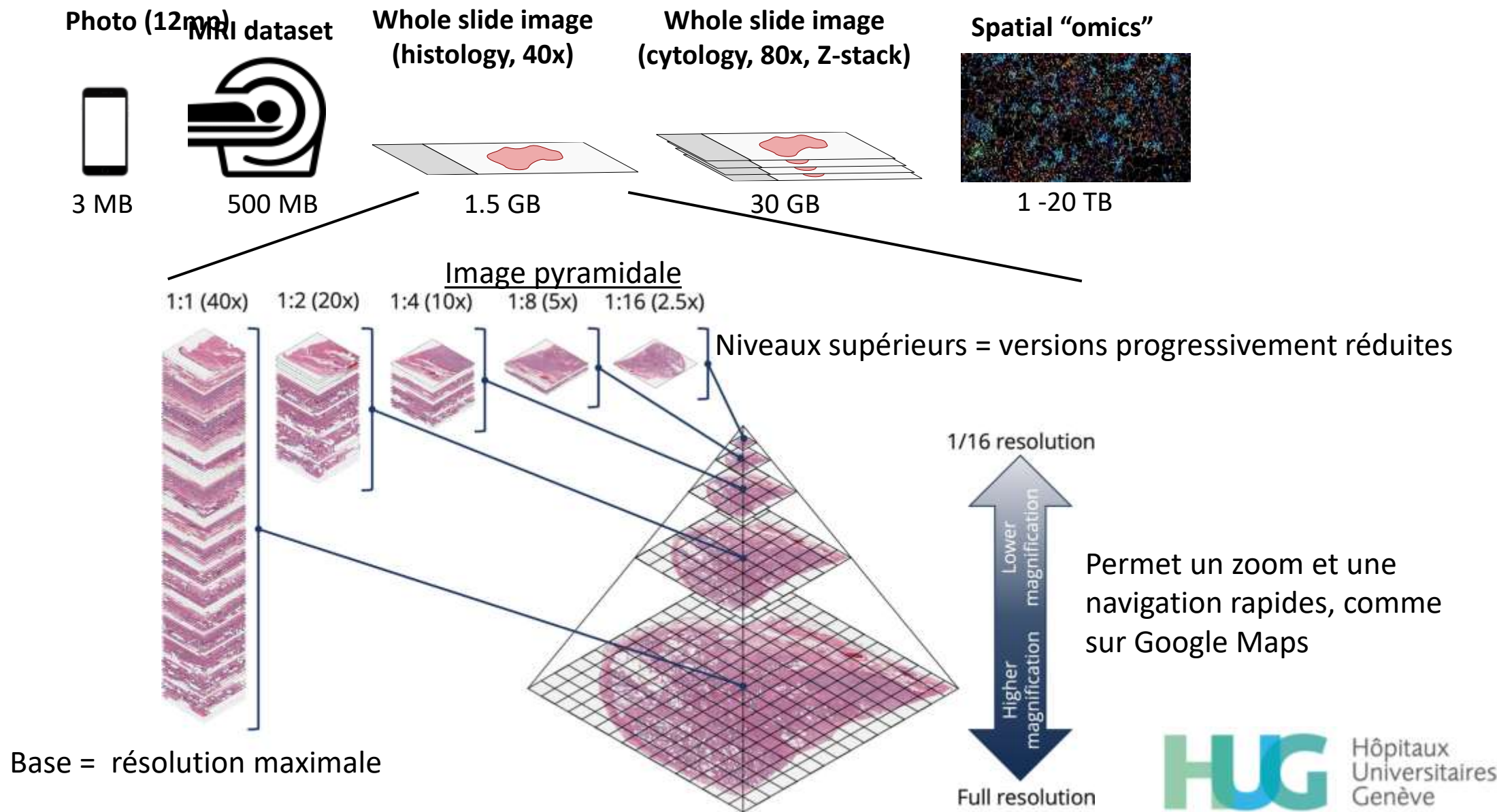


Laboratoire d'analyse d'image

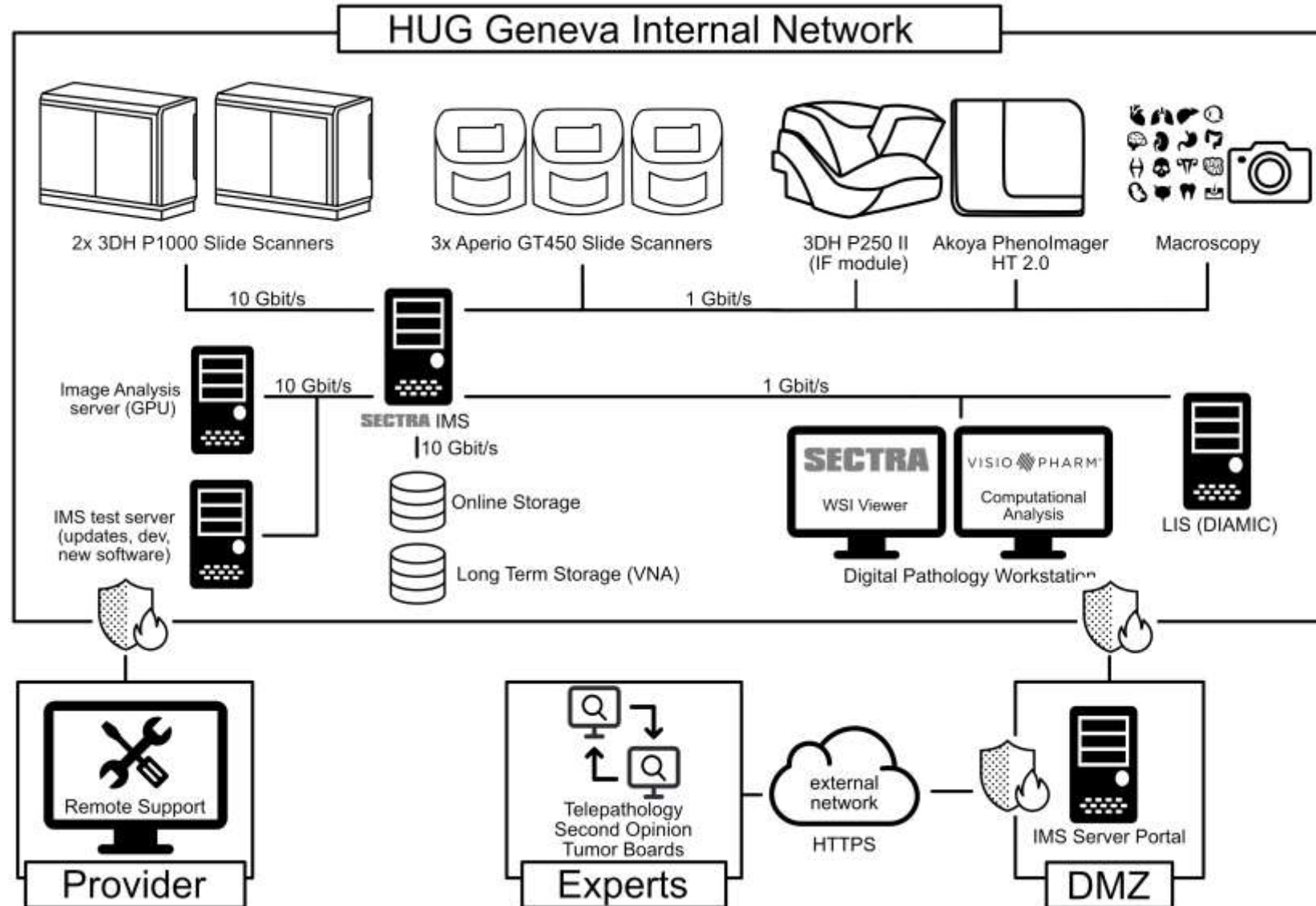
- Équipe : 3 ETP (équivalents temps plein)
- 5 scanners brightfield / 2 scanners IF
- Workflow de pathologie numérique
accrédité 
- 2 outils d'analyse d'images développés en
interne et accrédités (d'autres à venir)
- 1 outil d'analyse d'images développé en
interne et validé (d'autres à venir)



Aspects particuliers des images en pathologie



Infrastructure actuelle



Infrastructure actuelle: IMS

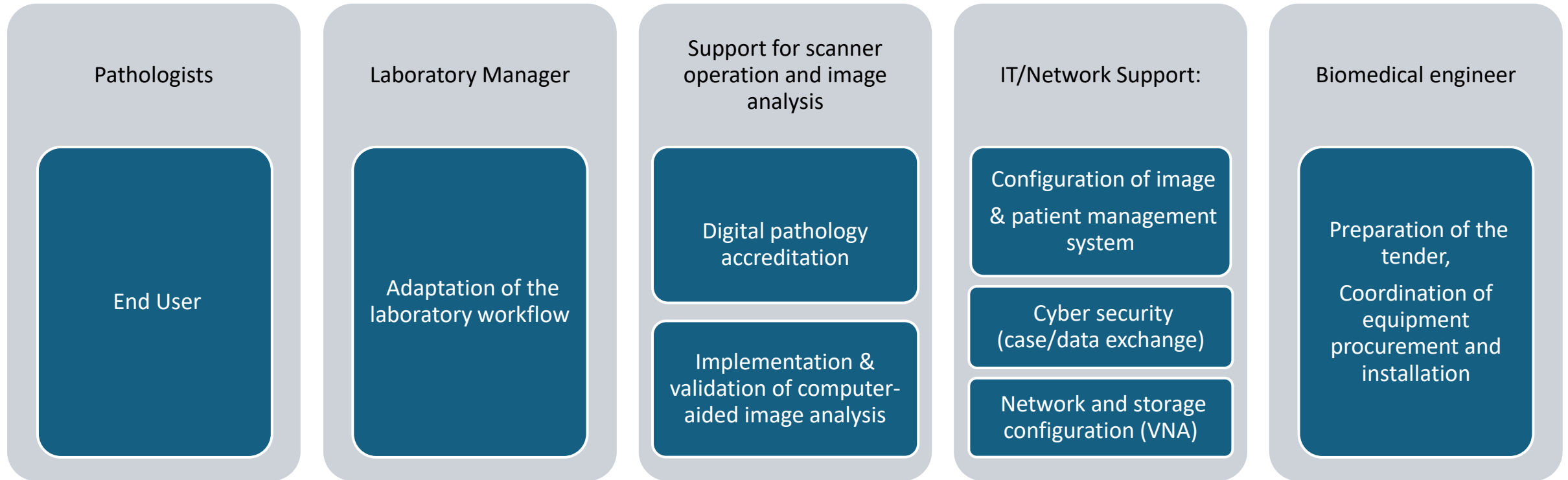


Préférences aux HUG :

- Bonne interopérabilité:
 - Scanners (DICOM C-Store)
 - Software / API
- Communication bidirectionnelle avec le système d'information de laboratoire (LIS) et les solutions tierces d'analyse d'images
- Intégration des images de macroscopie
- Compatibilité avec notre archive neutre indépendant du fournisseur (VNA)
- Conformité aux exigences de cybersécurité des HUG

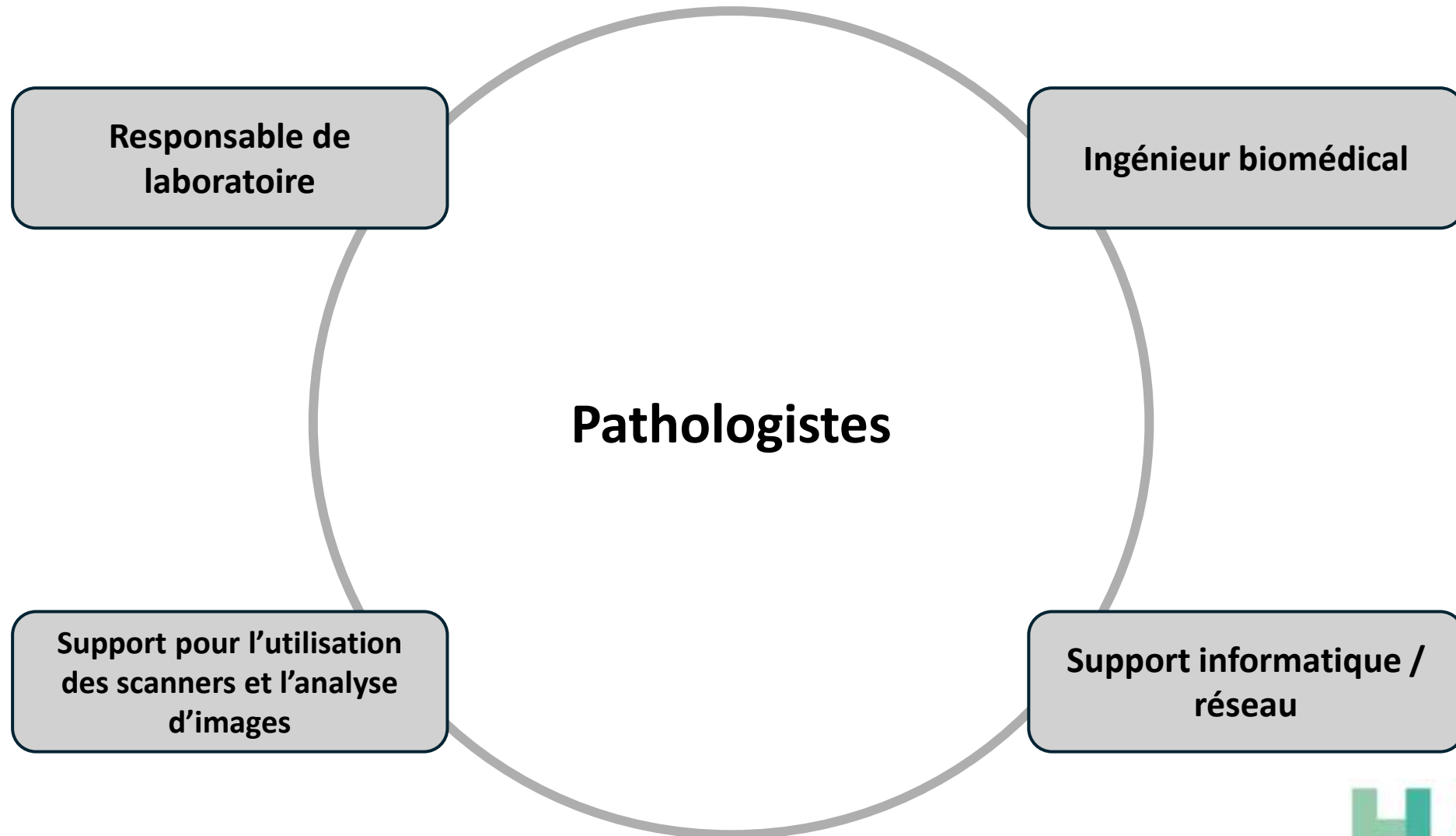
Décision : unifier les outils liés à l'image dans SECTRA

GROUPE DE TRAVAIL SUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA PATHOLOGIE NUMÉRIQUE AUX HUG

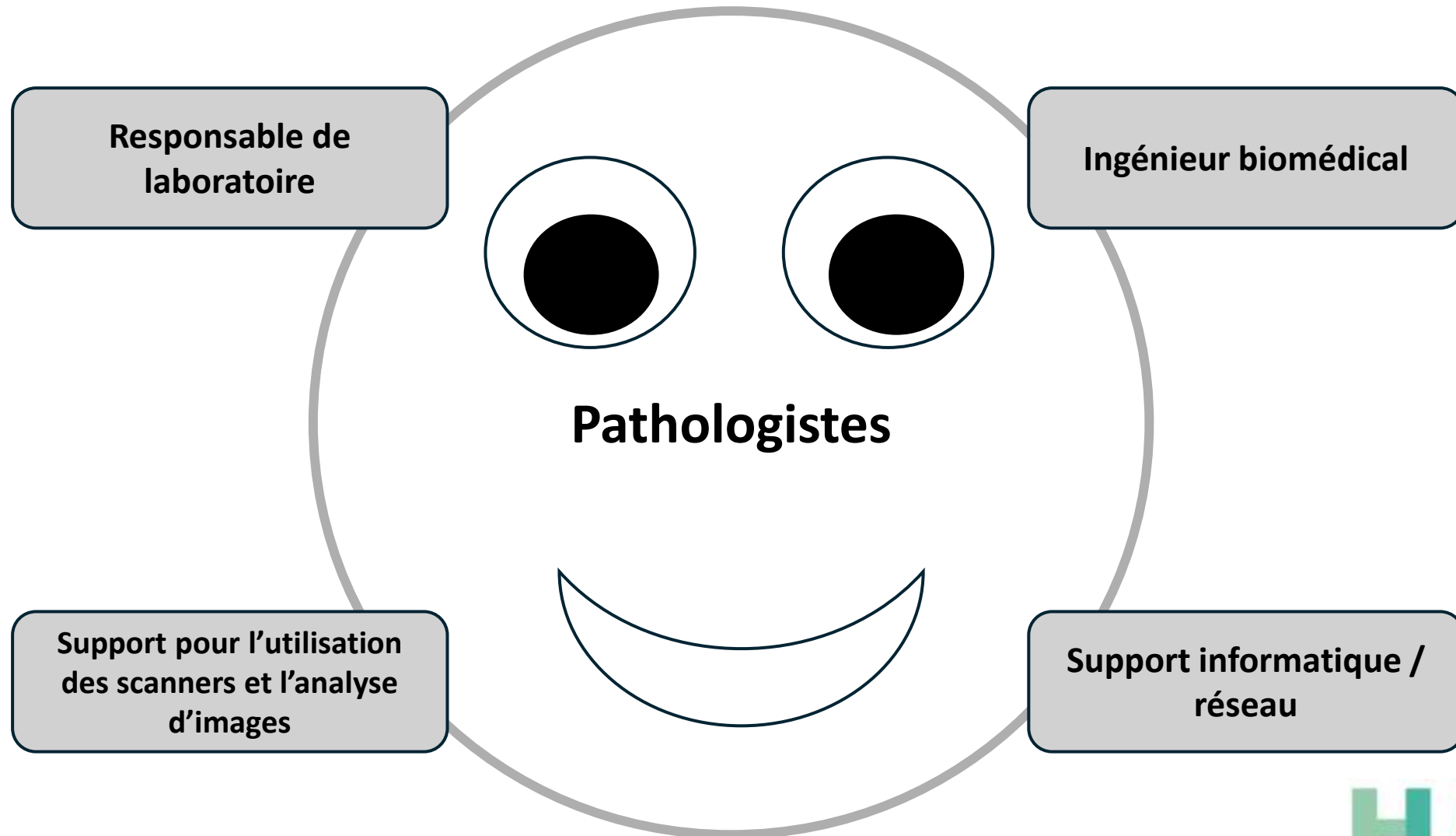


Interdisciplinary Digital Pathology Group

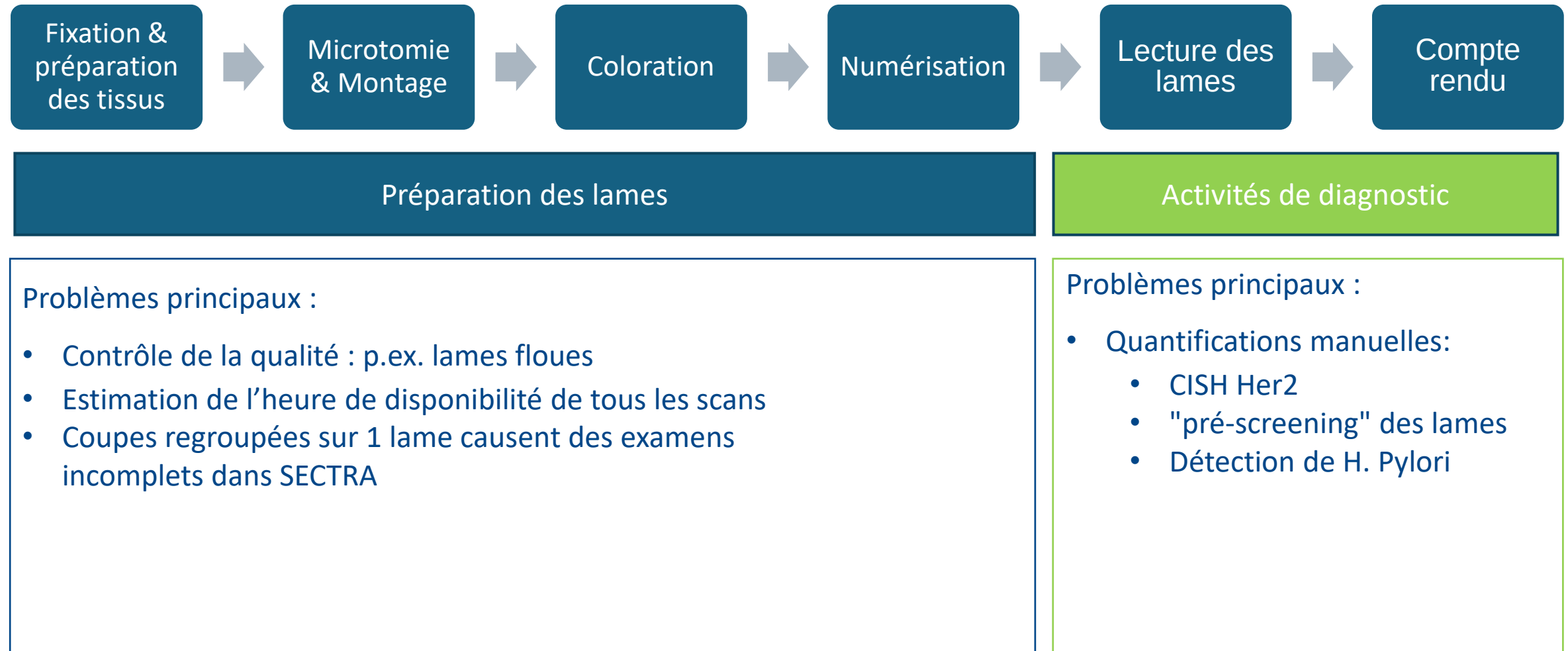
Pathologie numérique: focus sur l'utilisateur final



Pathologie numérique: focus sur l'utilisateur final



Adapter notre workflow de pathologie numérique aux réalités du terrain



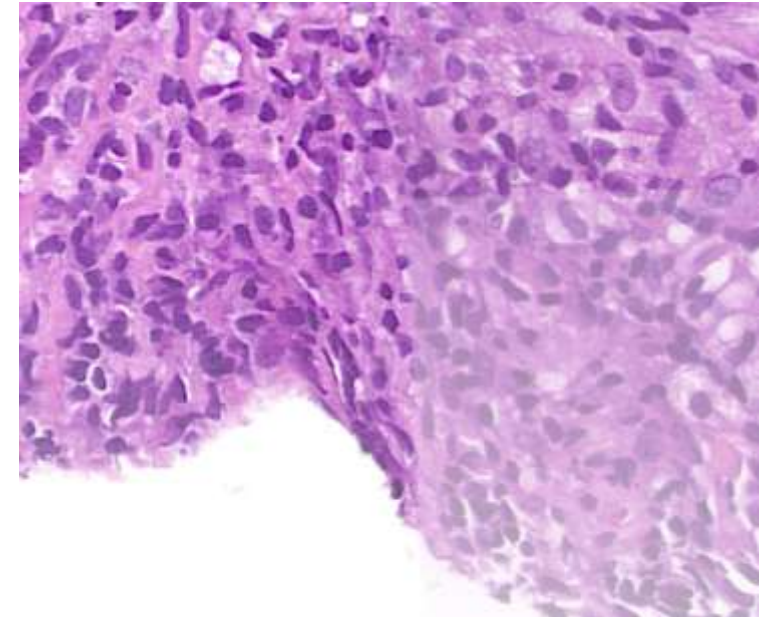
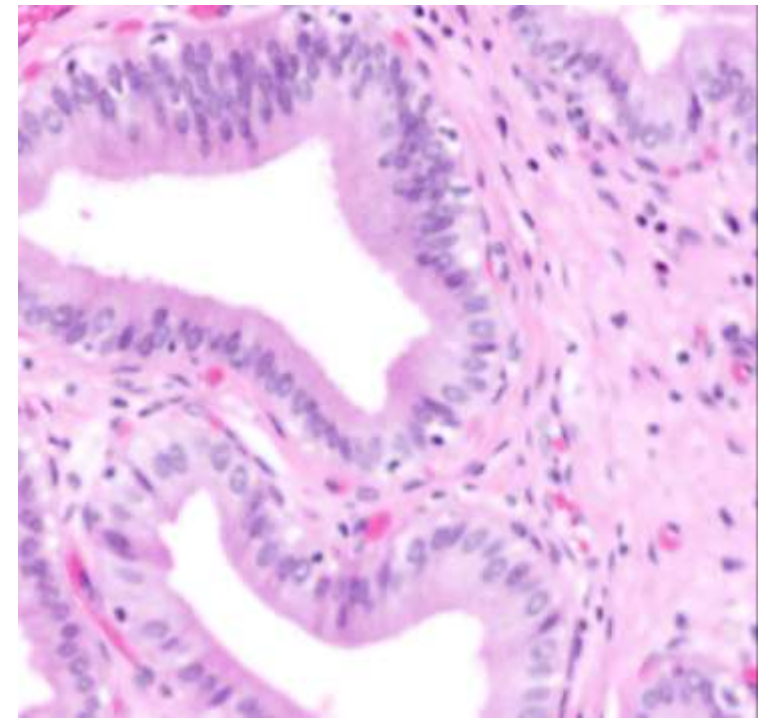
Outil: Détection des lames floues



Les lames floues posent des problèmes:

- Perte des détails morphologique
- Dans certains cas, lame impossible à interpréter

Le diagnostic doit être basé sur le prélèvement entier et toutes les lames.



Causes des lames floues

Coupe

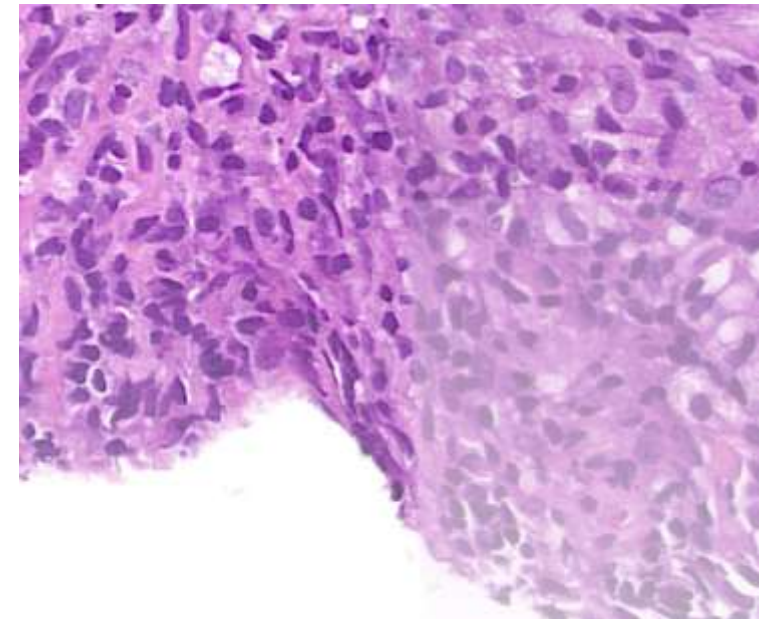
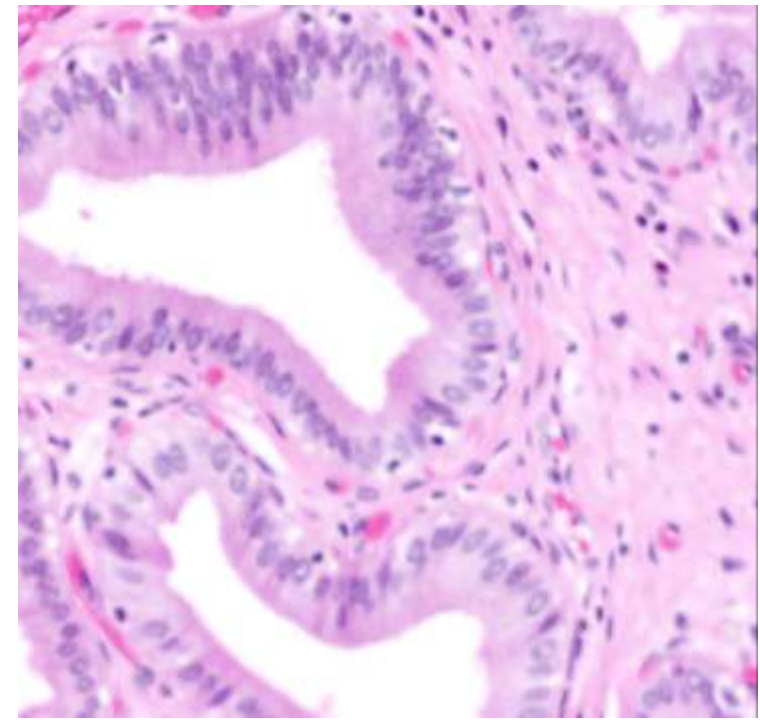
- Qualité de coupe (ex. replis tissulaires)
- Tissu épais (peau, moelle osseuse)
- Tissu à faible contraste (ex. tissu adipeux)

Scanner

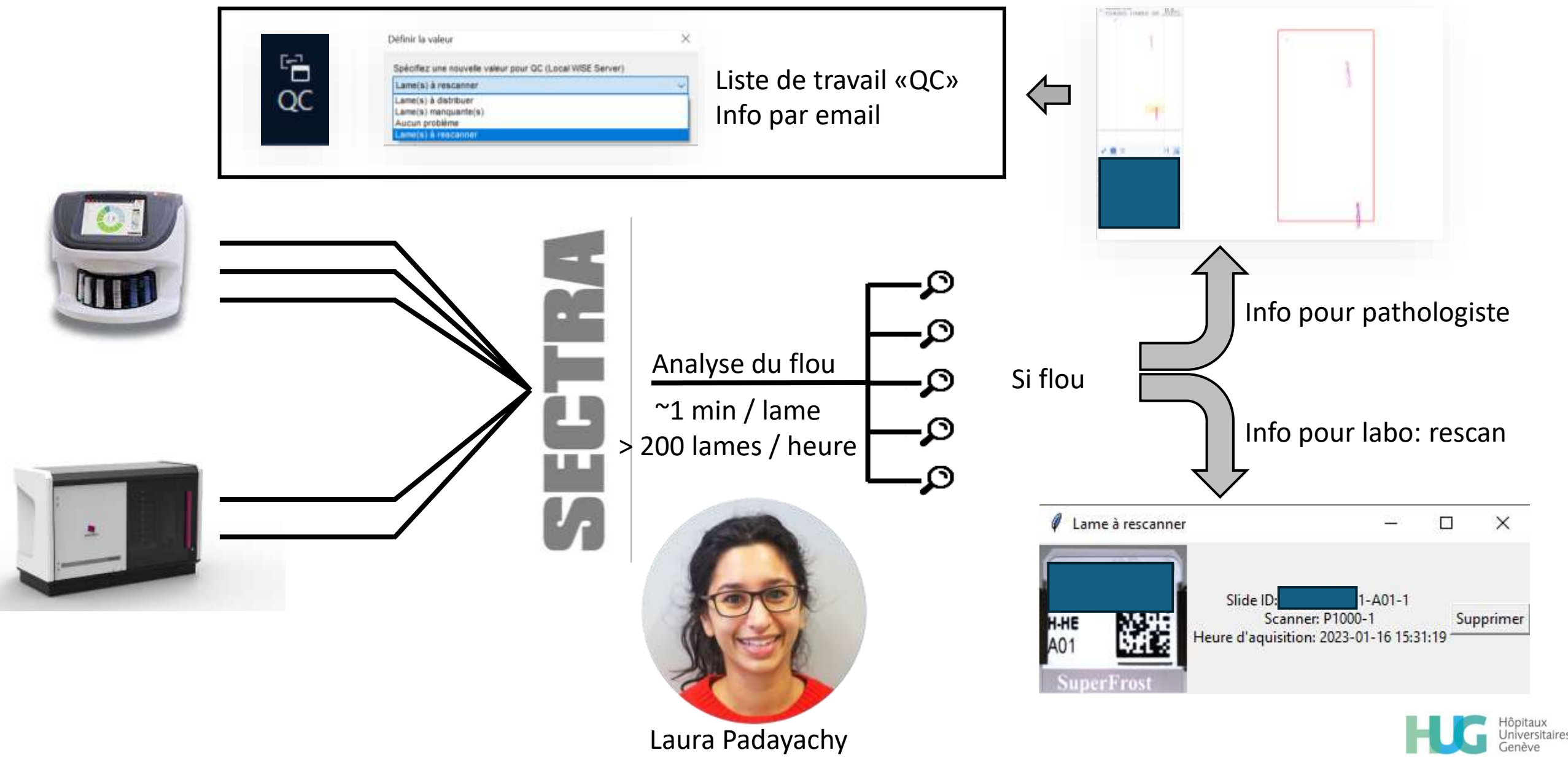
- Problèmes d'autofocus du scanner
- Objectif sale

Autres

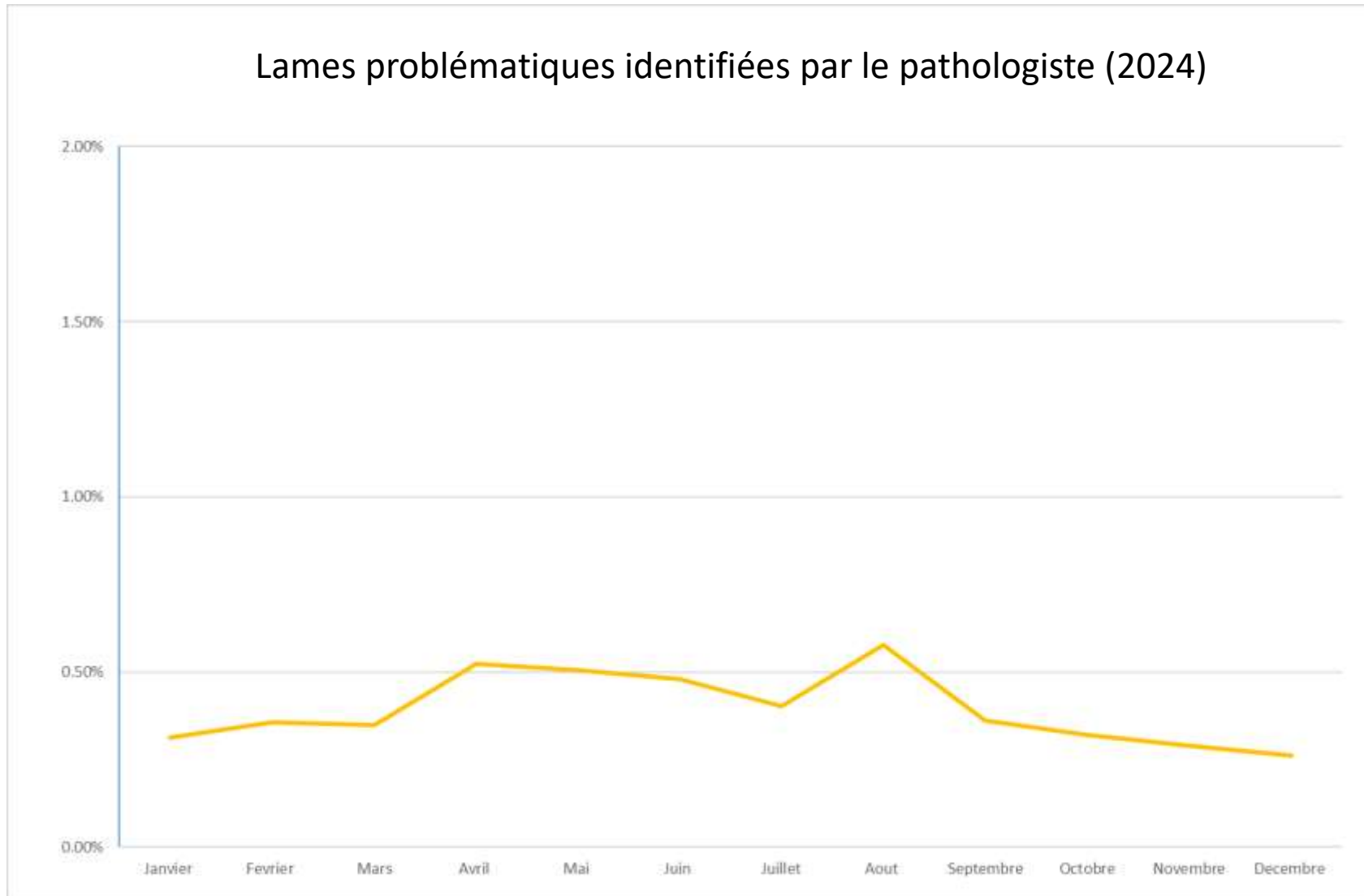
- Résidus de paraffine
- Empreintes digitales
- Traces de stylo
- Bulles d'air
- Lamelle mal aligné



Détection des lames flou dans le flux de travail



Détection des lames flou dans le flux de travail



5 lames /
1000 scans

Outil: Estimation de l'heure de disponibilité de tous les scans



Estimation de l'heure de disponibilité de tous les scans

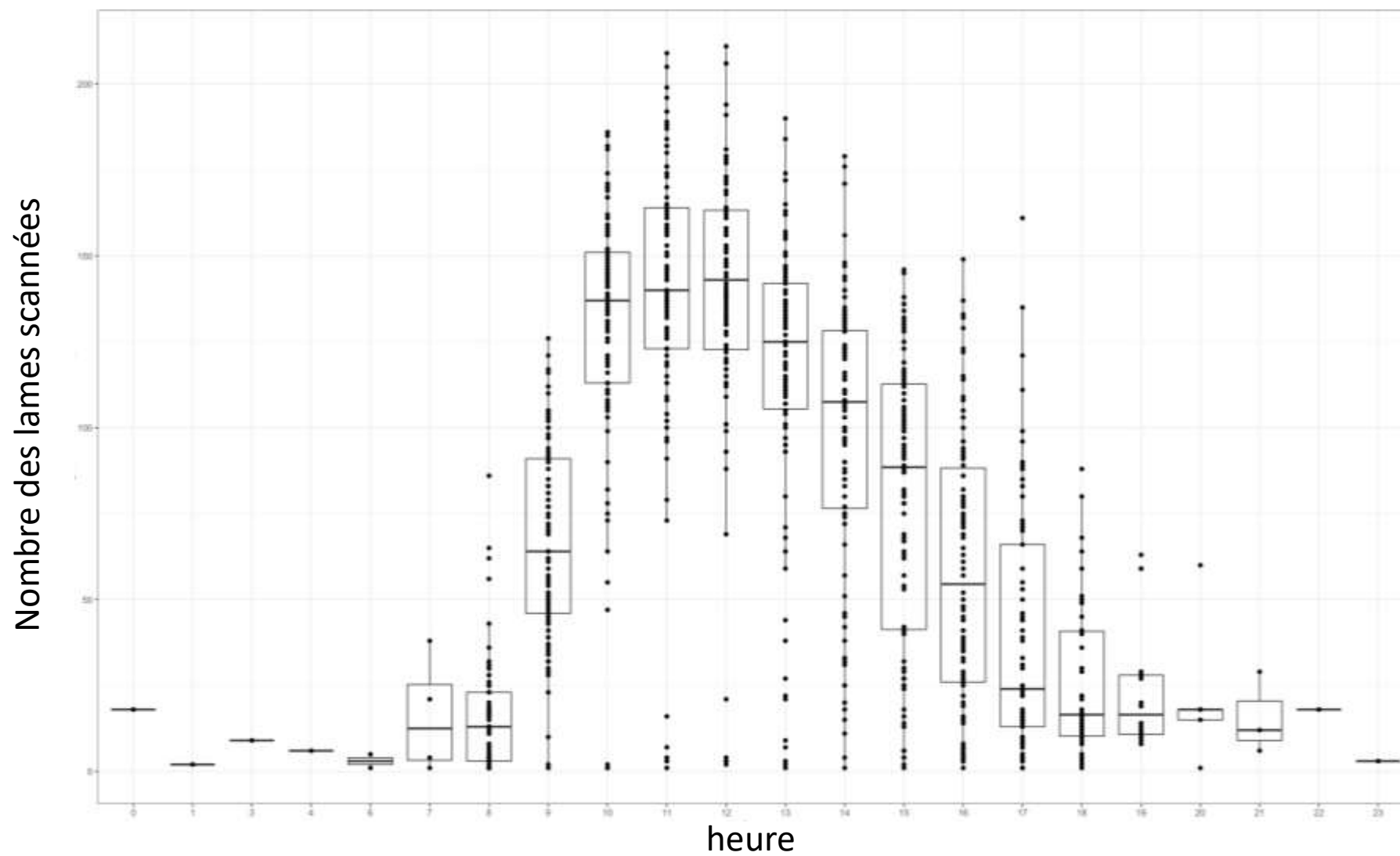
Quand le pathologiste aura-t-il toutes les lames ?

- Le diagnostic est possible uniquement avec **toutes les lames disponibles**
- Permet une **organisation efficace** du temps de lecture (...discussion avec internes)
- Garantit une **prise en charge rapide et complète** du patient

Problème: Le nombre de lames numérisées par heure est très variable.

Estimation de l'heure de disponibilité de tous les scans

Problème: Le nombre de lames numérisées par heure est très variable.

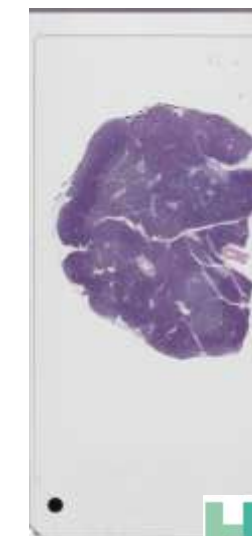


Biopsie



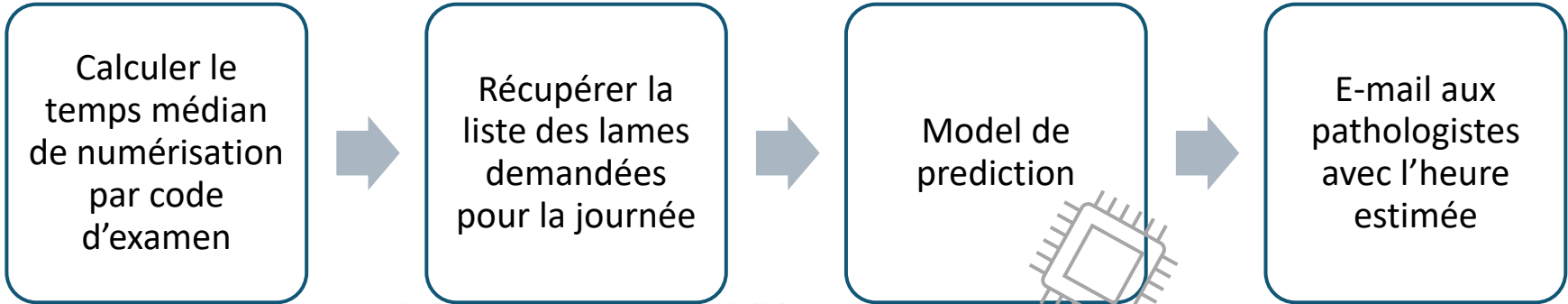
36 s

Pièce opératoire

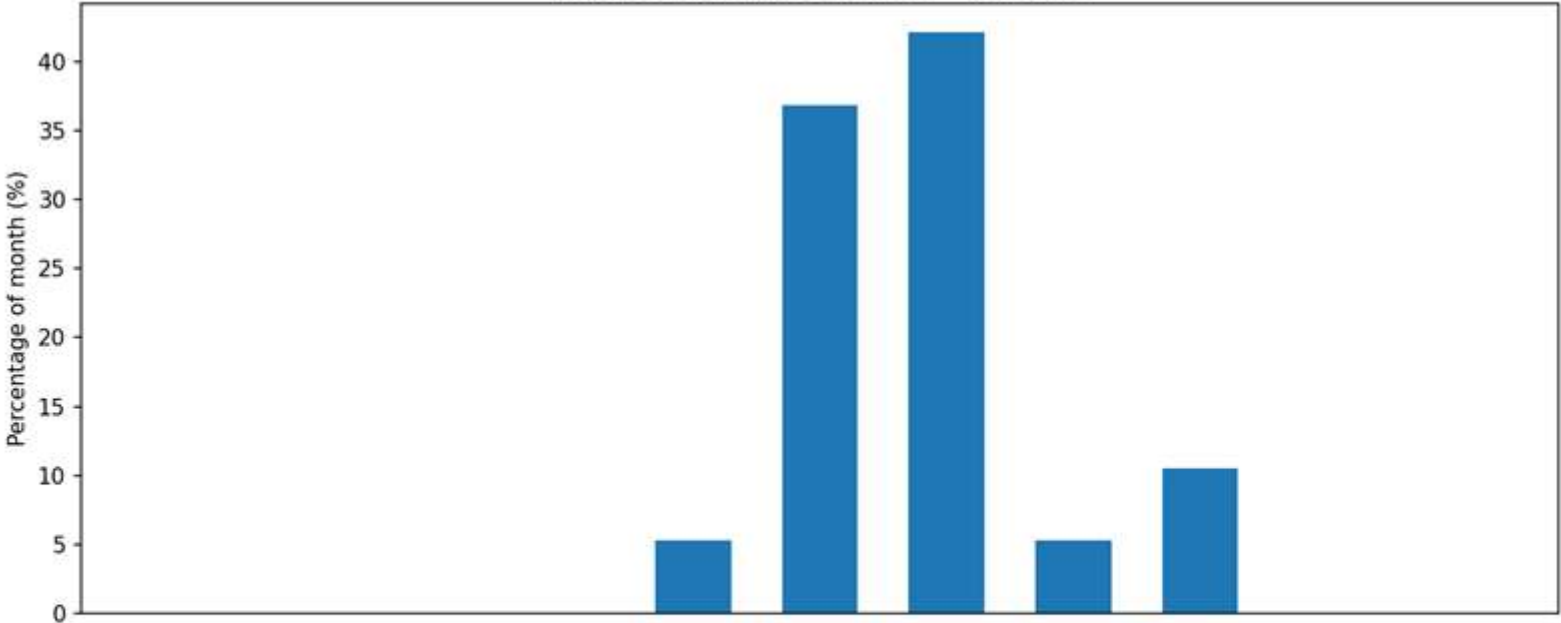


139 s

Estimation de l'heure de disponibilité de tous les scans



Reported End Times by Hour — Jul 2025



	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
% of total	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%	36.8%	42.1%	5.3%	10.5%	0.0%	0.0%
Count	0	0	0	0	1	7	8	1	2	0	0

Précision de l'estimation:

± 30 minutes

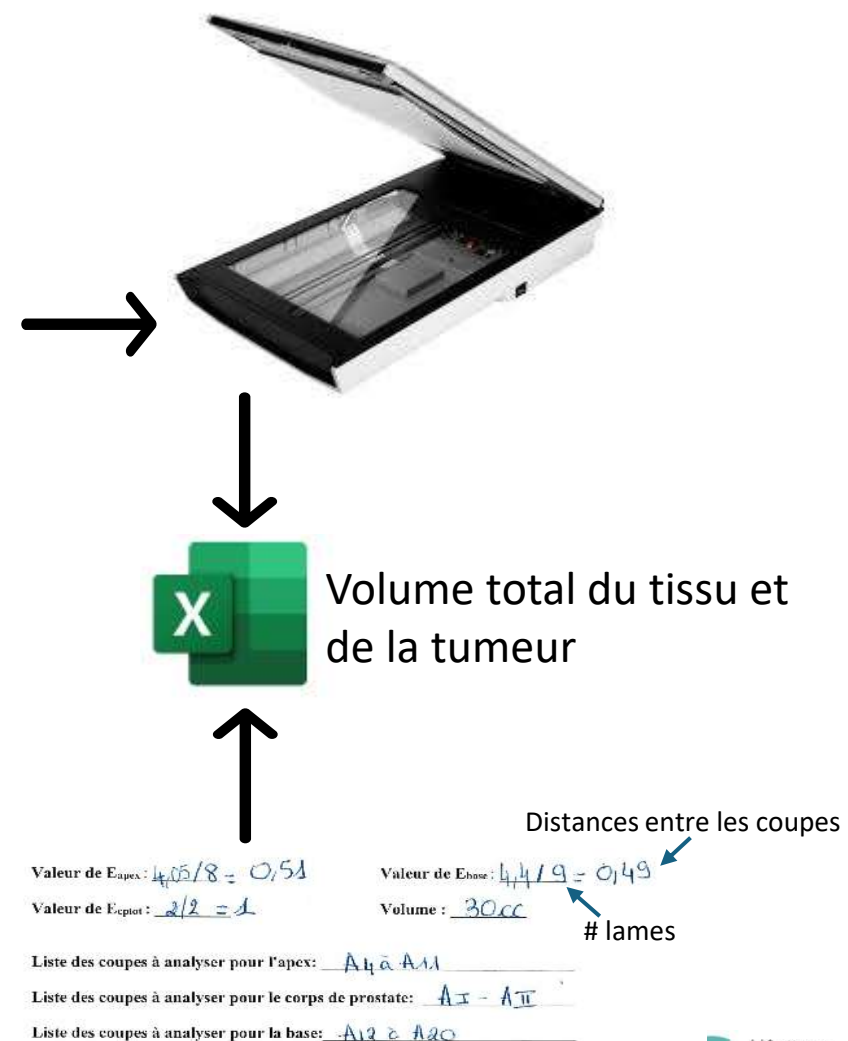
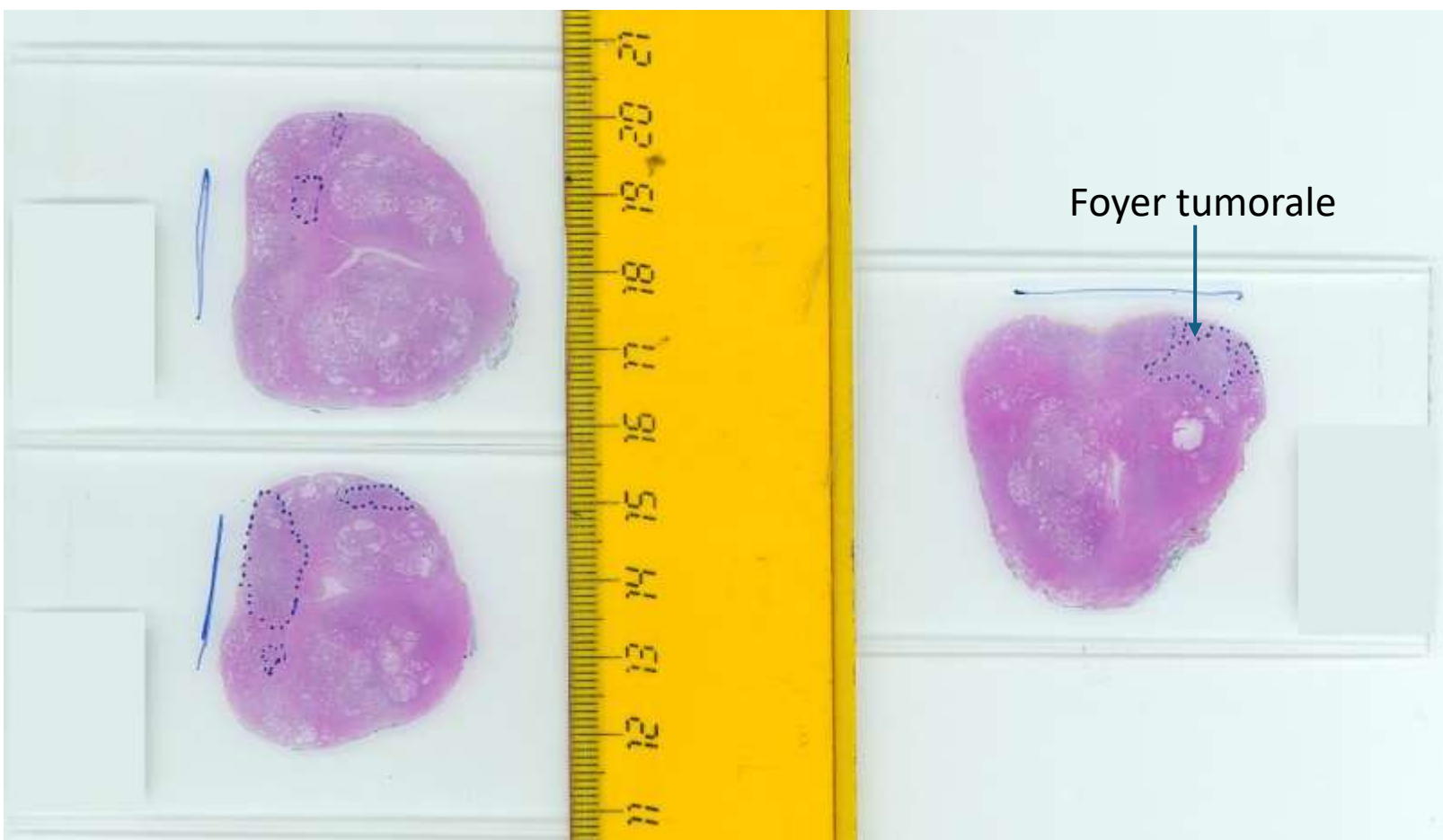
Outil: Volumétrie de la prostate



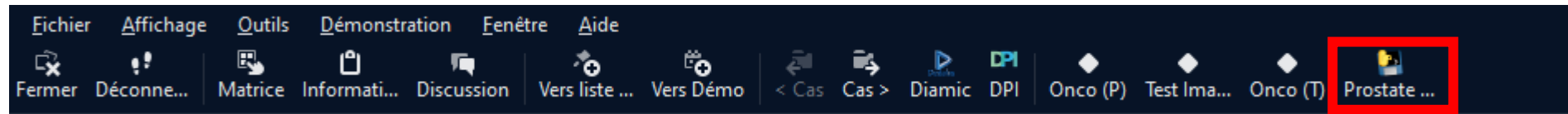
Volumétrie de la prostate: Ancienne méthode

Evaluation de la charge tumorale : Proportion de prostate occupée par la tumeur

- Calcul basé sur le volume



Volumétrie de la prostate: Méthode automatisée



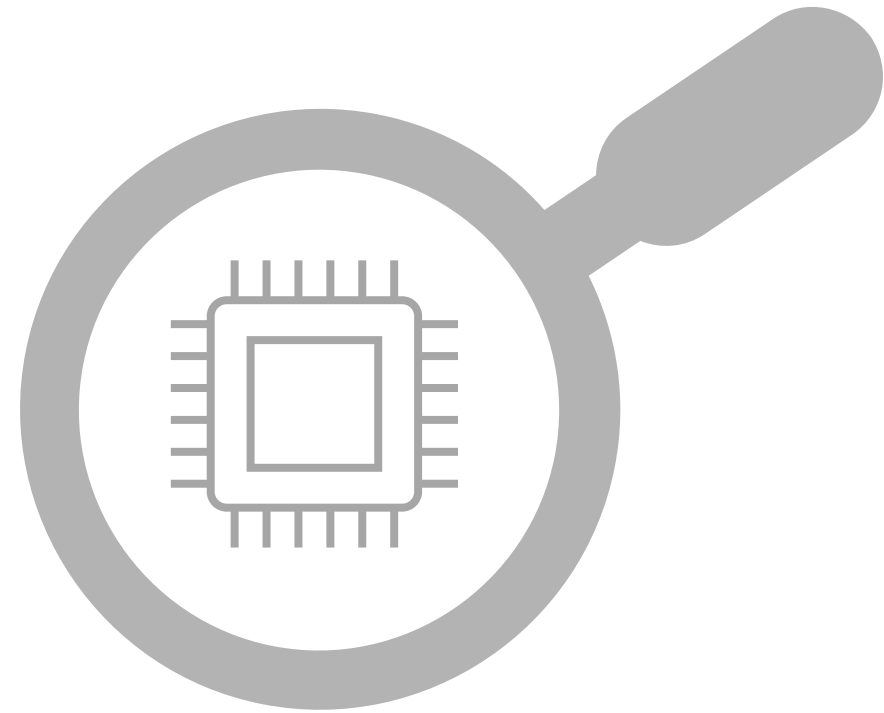
Mesure automatisée de surface tissulaire



Valeur de E_{apex}: $4,05/8 = 0,51$ Valeur de E_{base}: $4,4/9 = 0,49$
Valeur de E_{corps}: $2/2 = 1$ Volume: 30cc
Liste des coupes à analyser pour l'apex: A4 à A11
Liste des coupes à analyser pour le corps de prostate: A1 - A11
Liste des coupes à analyser pour la base: A12 à A20

Volume total du tissu et de la tumeur

IA et outils sur mesure



Nécessite un développement continue...

INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES MAJEURES EN PATHOLOGIE

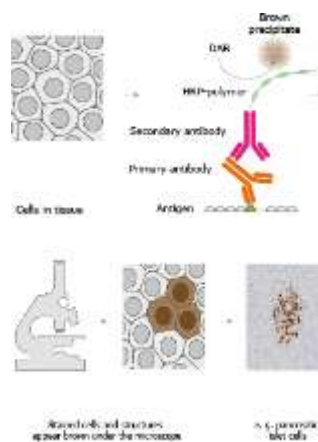
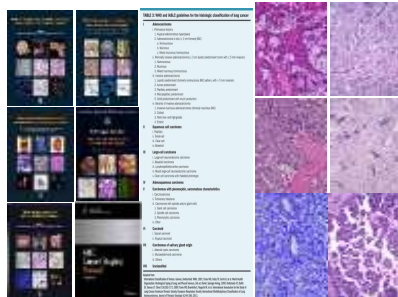
Autopsie comme outil
de recherche
16-18^{ème} siècle

Microscopie et
pathologie du vivant
Dès fin 19^{ème} siècle

Immunohistochimie
Depuis 1980

Pathologie moléculaire
et bioinformatique
clinique
Depuis 2010

Pathologie numérique
et computationnelle
depuis 2020



Nécessite un développement continue...

INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES MAJEURES EN PATHOLOGIE

Autopsie comme outil
de recherche
16-18^{ème} siècle

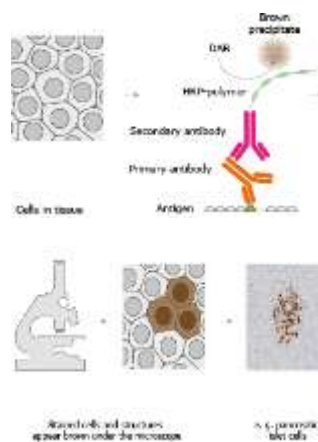
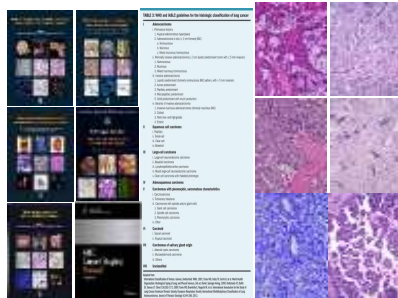
Microscopie et
pathologie du vivant
Dès fin 19^{ème} siècle

Immunohistochimie
Depuis 1980

Pathologie moléculaire
et bioinformatique
clinique
Depuis 2010

Pathologie numérique
et computationnelle
depuis 2020

Deep learning / CNNs



L'évolution de la pathologie numérique

- Images numériques visualisables, partageables et analysables par logiciel (ex. algorithmes IA)
- Développements récents :
 - Algorithmes avancés: deep learning, CNNs (Alexnet, ResNet, Inception-V3)
 - Hardware plus rapide (GPUs)
 - Big data (lames numérisées et annotées)
 - IA = performance équivalente au pathologiste pour certaines tâches *
- Adoption lente de la pathologie numérique :
 - Investissements importants (scanners, stockage, serveurs)
 - Infrastructure (réseau, espace labo)
 - Soutien des pathologistes

*Liu Y et al. Artificial Intelligence-Based Breast Cancer Nodal Metastasis Detection: Insights Into the Black Box for Pathologists, Arch Pathol Lab Med. 2019

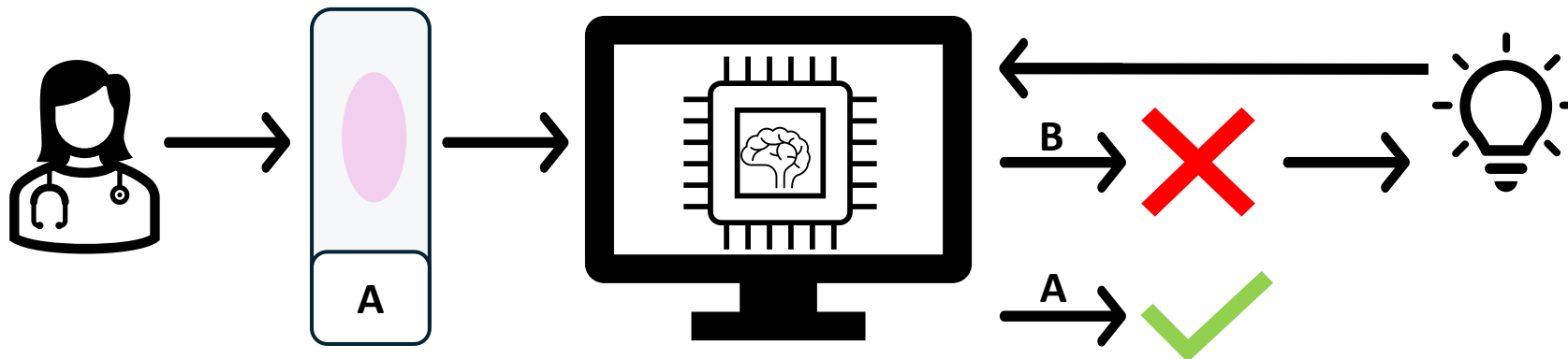
Campanella *et al.* Clinical-grade computational pathology using weakly supervised deep learning on whole slide images. *Nat Med*, 2019

Principes de l'IA : Tâches typiques

- **Détection:** trouver de petits foyers cancéreux, d'événements rares (figures mitotiques, micro-organismes p. ex. H. pylori)
- **Quantification:** comptage de cellules ou de structures
- **Classification:** grading tumoral, évaluation IHC (ER/PR/HER2 dans le sein), distinction tissus normaux vs tumoraux
- **Triage & marquage des ROI:** annotation de régions d'intérêt pour révision prioritaire

Principes de l'IA : Comment l'IA apprend-elle à analyser les images de pathologie ?

- Un modèle de "deep learning" s'entraîne sur de nombreuses images de pathologie annotées par des experts. Il ajuste ses paramètres pour prédire correctement sur de nouvelles images
- **Point clé :** Pas de règles « if-then », mais un apprentissage par exemples. Avec assez de données, l'IA généralise à de nouveaux cas.

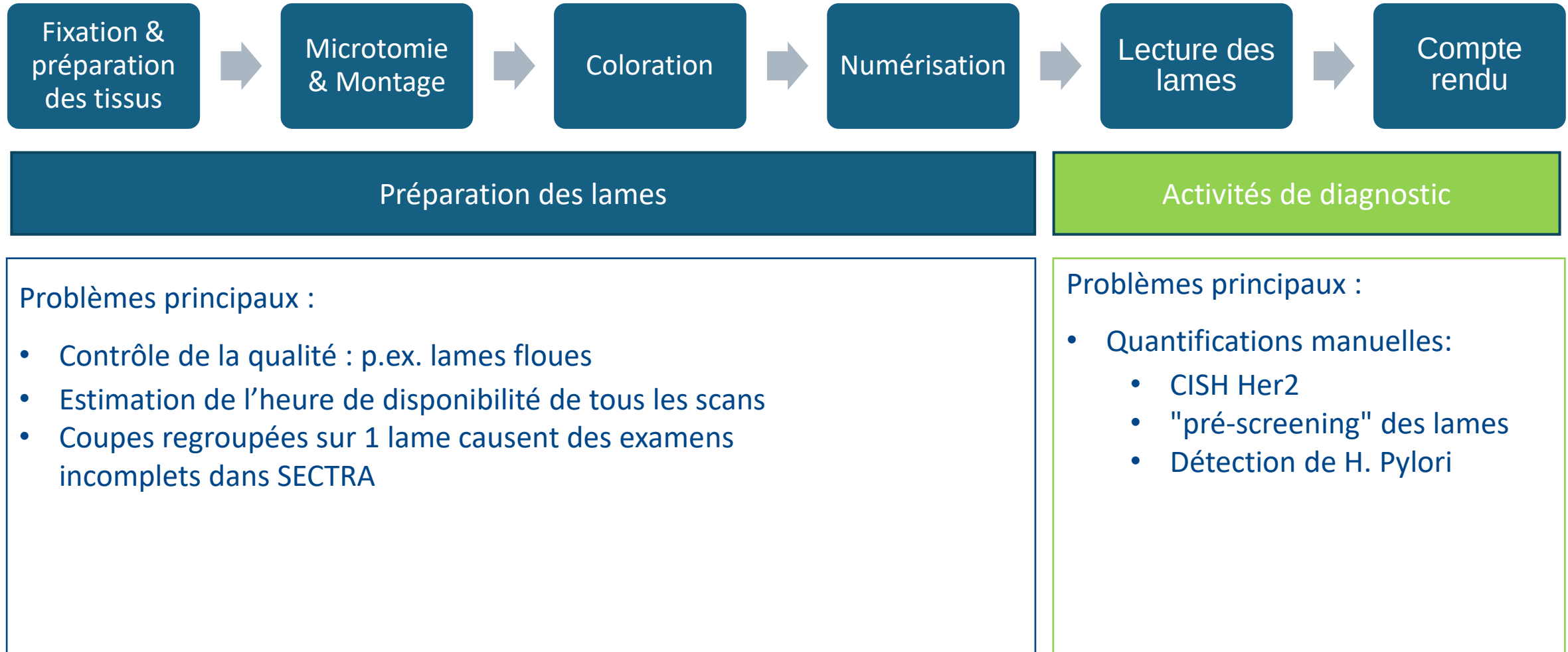


Principes de l'IA : Pourquoi utiliser l'IA en pathologie numérique de routine ?

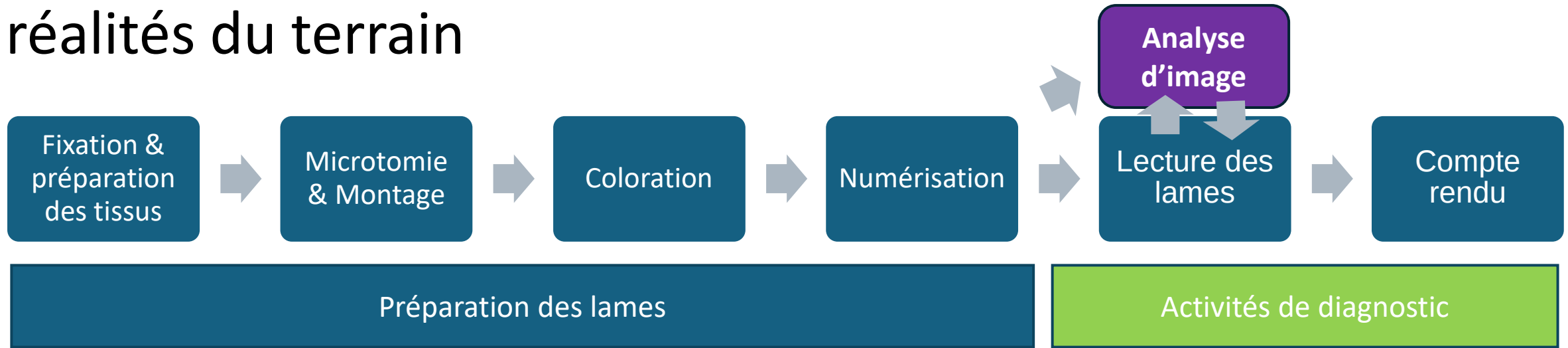
- **Efficacité:** automatisation des tâches chronophages (quantification, recherche d'événements rares)
- **Reproductibilité:** mêmes critères appliqués à chaque lame, réduction de la variabilité inter-observateur
- **Sensibilité:** plus de détections avec assistance de l'IA*
- **Rapidité et précision:** filtrage des lames (surtout négatives)

* Retamero et al., Artificial Intelligence Helps Pathologists Increase Diagnostic Accuracy and Efficiency in the Detection of Breast Cancer Lymph Node Metastases, AJSP 2024

Adapter notre workflow de pathologie numérique aux réalités du terrain



Adapter notre workflow de pathologie numérique aux réalités du terrain



Problèmes principaux :

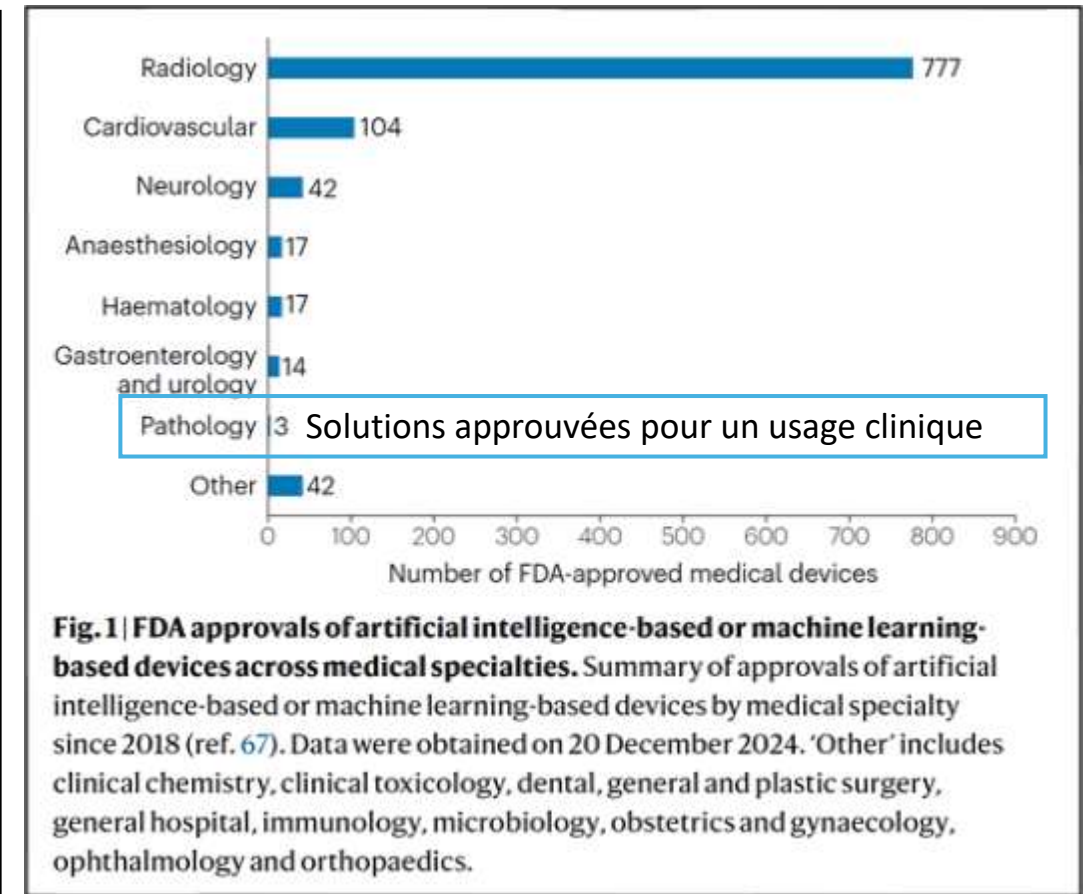
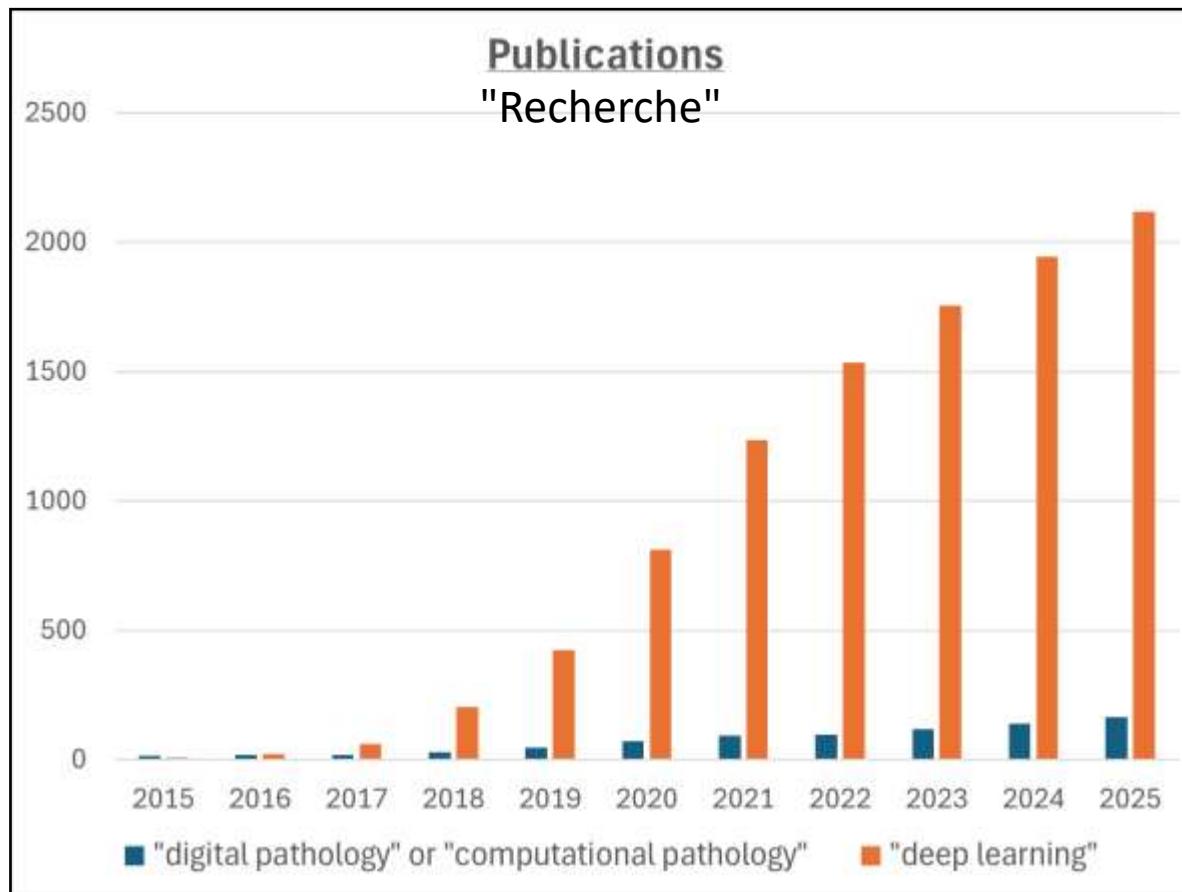
- Contrôle de la qualité : p.ex. lames floues
- Estimation de l'heure de disponibilité de tous les scans
- Coupes regroupées sur 1 lame causent des examens incomplets dans SECTRA

Problèmes principaux :

- Quantifications manuelles:
 - CISH Her2
 - "pré-screening" des lames
 - Détection de H. Pylori

L'évolution de la pathologie numérique

Un écart persiste entre la recherche académique, les développeurs industriels et l'implémentation clinique des applications IA pour la pathologie numérique.



Aggarwal, A. *et al.* Artificial intelligence in digital pathology — time for a reality check. *Nat Rev Clin Oncol* **22**, 283–291 (2025).

Recherche...

Je l'ai testé sur 20 lames, et cela a
parfaitement fonctionné !
Pouvons-nous lancer l'analyse
demain dans le flux clinique ?



... vs réalité ;)



Je l'ai testé sur 20 lames, et cela a parfaitement fonctionné !
Pouvons-nous lancer l'analyse demain dans le flux clinique ?



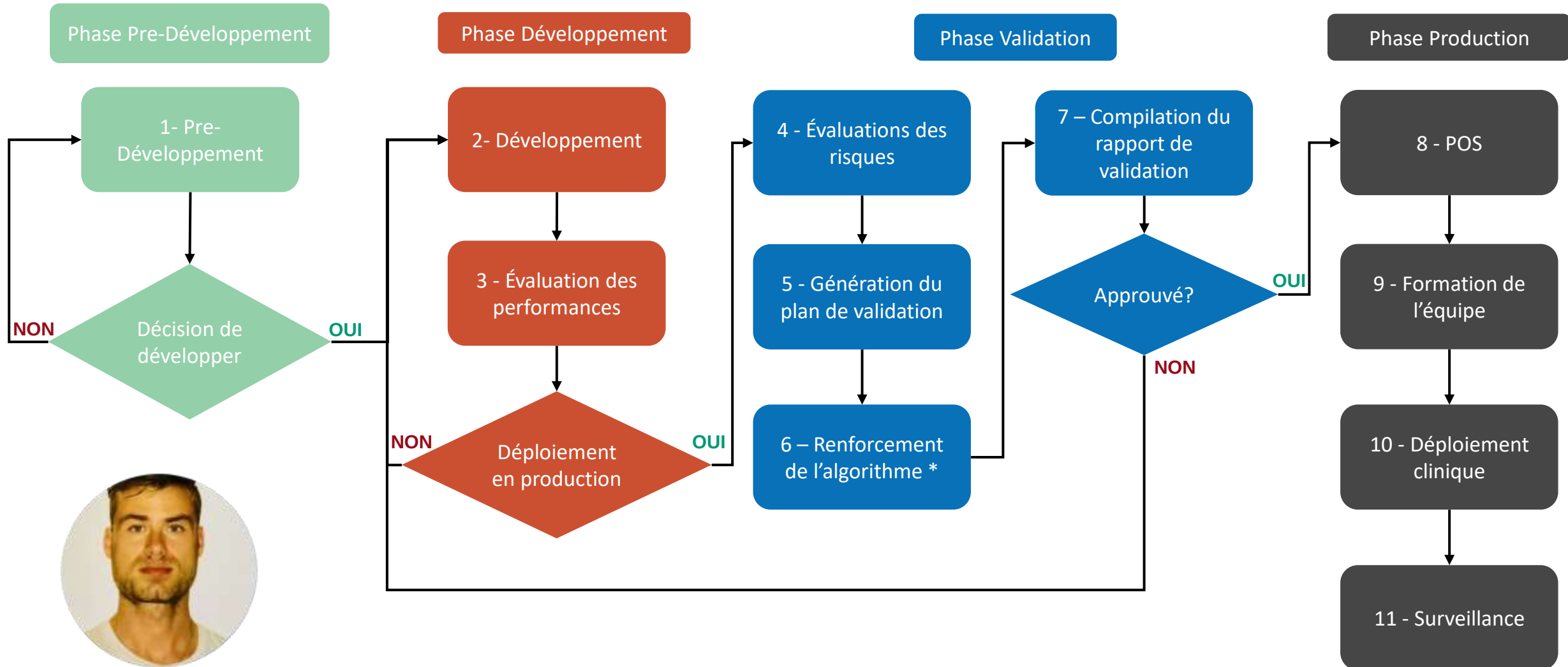
Validation et contrôle de qualité des outils d'IA

- Besoin de validation: test de l'algorithme sur données locales et comparaison avec la vérité terrain
- Vérifications spécifiques au site : la performance de l'IA peut varier selon les laboratoires:
 - préparation des lames
 - protocoles de coloration
 - scanners
- Contrôle qualité (QC): une assurance qualité continue est essentielle



Digital Pathology Imaging (Pilot)

Processus de développement et validation des solutions numériques



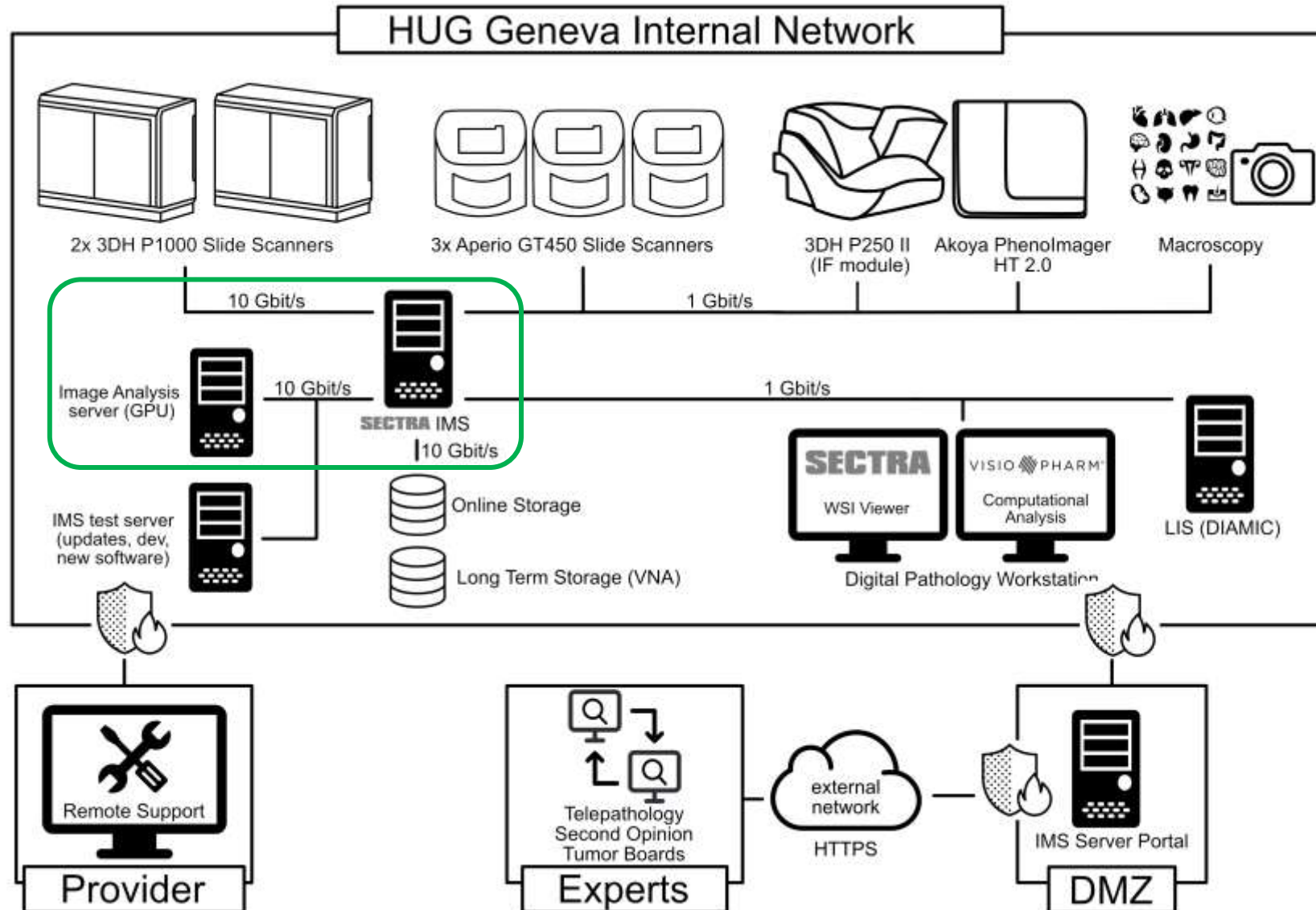
Johan Ferrari

* amélioration de la fiabilité et de la sécurité de l'algorithme

Outil IA: Détection de Helicobacter Pylori



Infrastructure actuelle



Outil IA: Détection de Helicobacter Pylori

- Helicobacter Pylori (HP) est une bactérie commune de l'estomac liée à des conditions telles que le cancer de l'estomac
- Coloration immunohistochimique (IHC) facilite le diagnostic, mais les lames doivent toujours être regardées exhaustivement
- Développer un outil d'aide au diagnostic pour réduire le temps nécessaire pour détecter HP
 - Peu de faux négatifs
 - Intégré dans Sectra

Méthode

- Détection de régions et génération de patches de 300x300 pixels
- Patches exclus si pas de marquage
- Patches restants ordrés par neural network
 - Entraîné pour peu de faux négatifs avec annotations sur 20 lames



Nicolas Brandt-dit-Grieurin

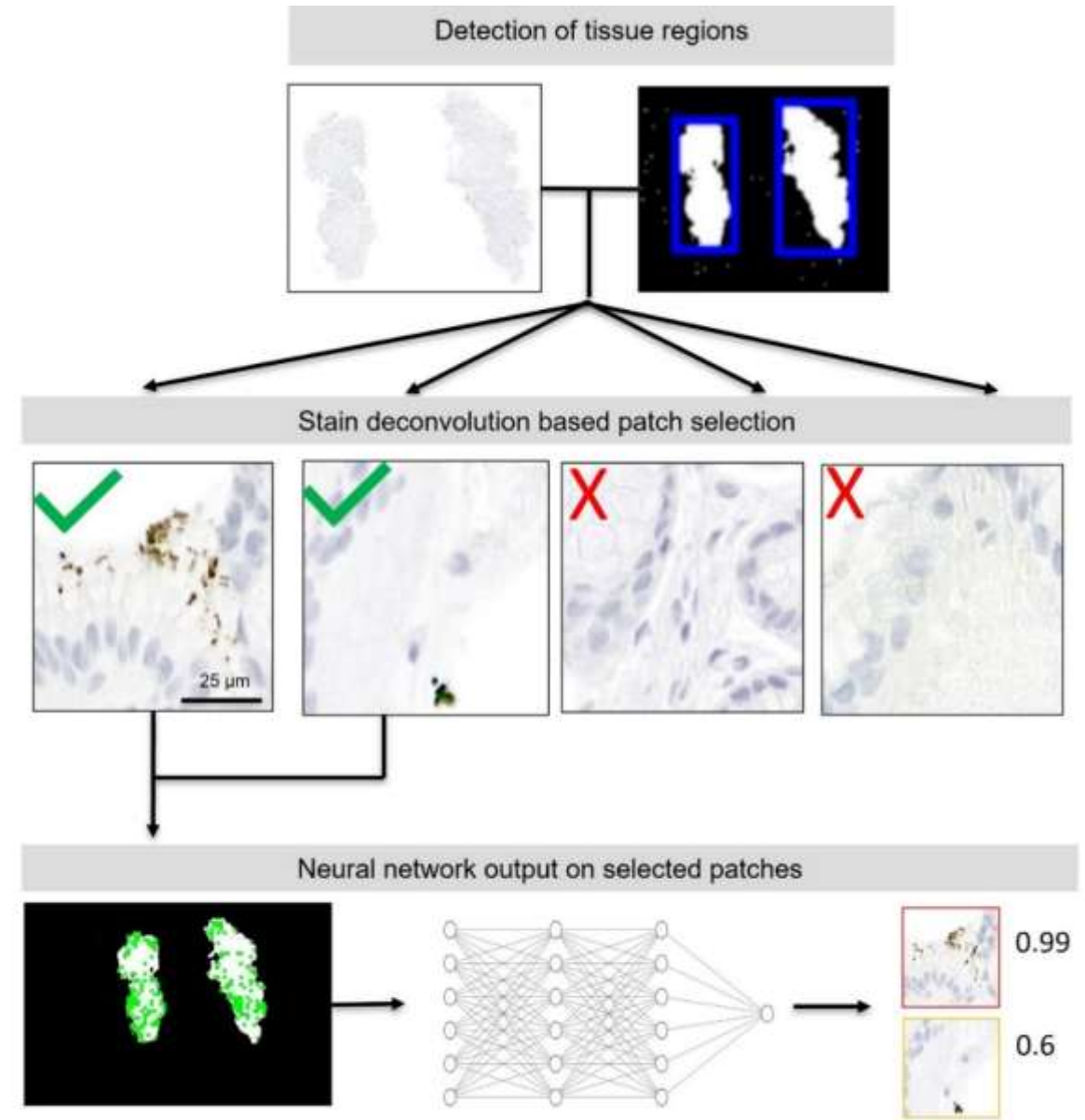
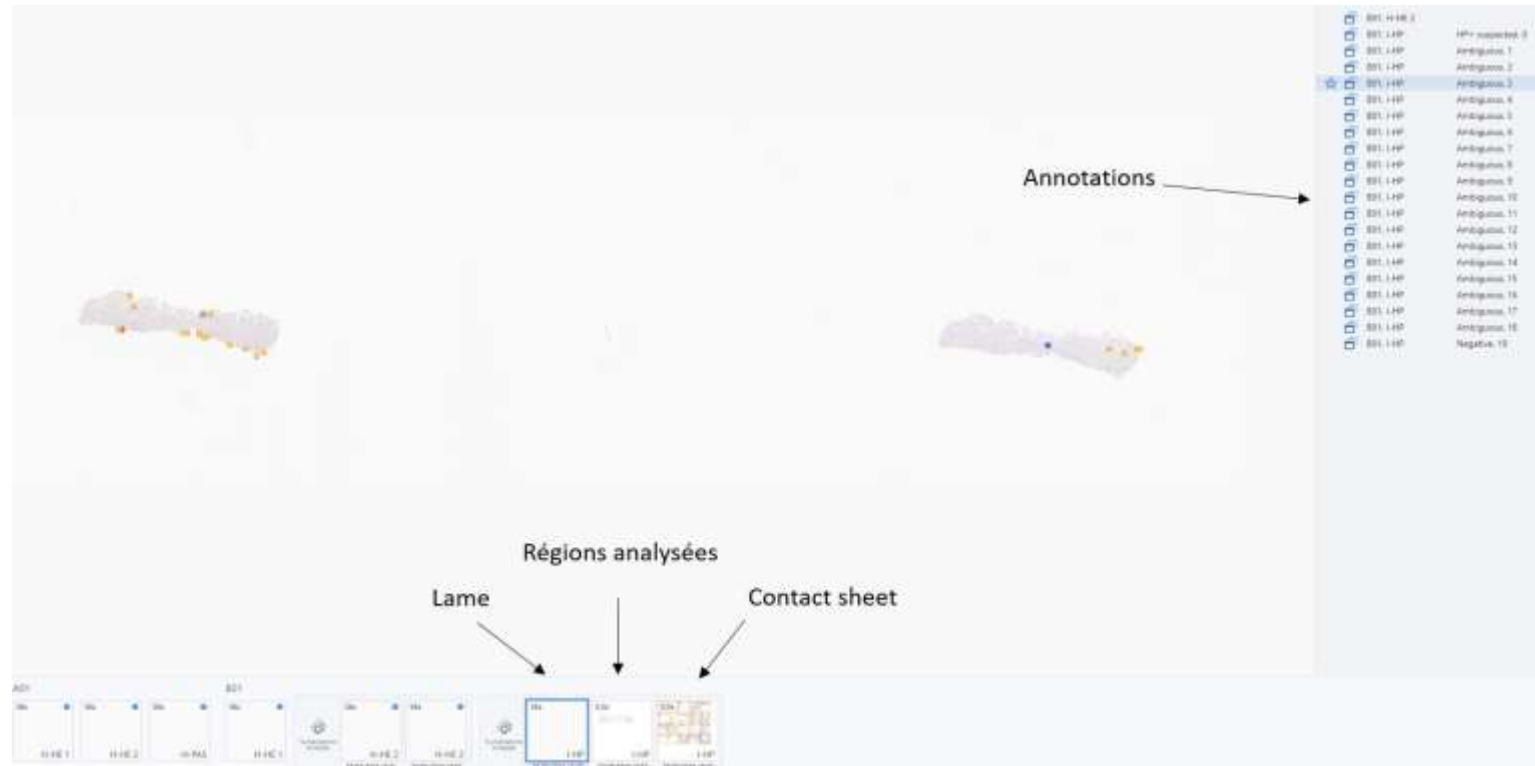


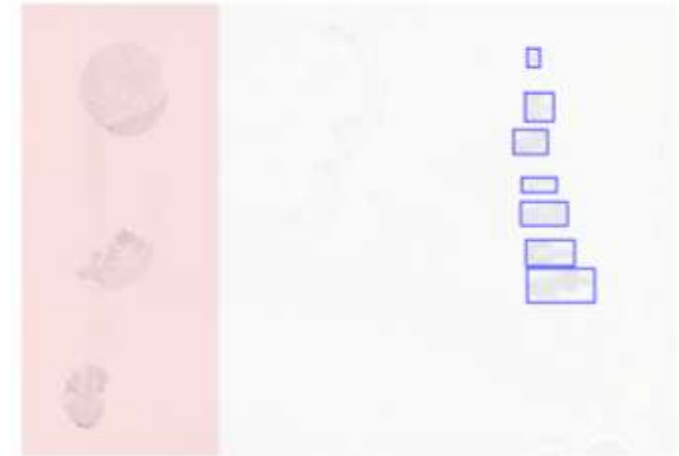
Fig 1: Slide processing pipeline. From detected tissue regions, patches are accepted if enough DAB stain content is found. The kept patches, shown in green on the mask, are ranked by the neural network.

Affichage des résultats

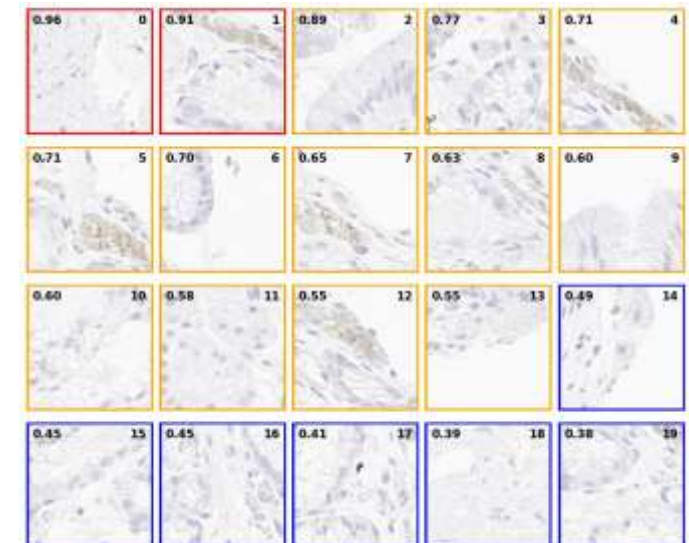
- 20 régions les plus probables de présence de HP



Régions analysées

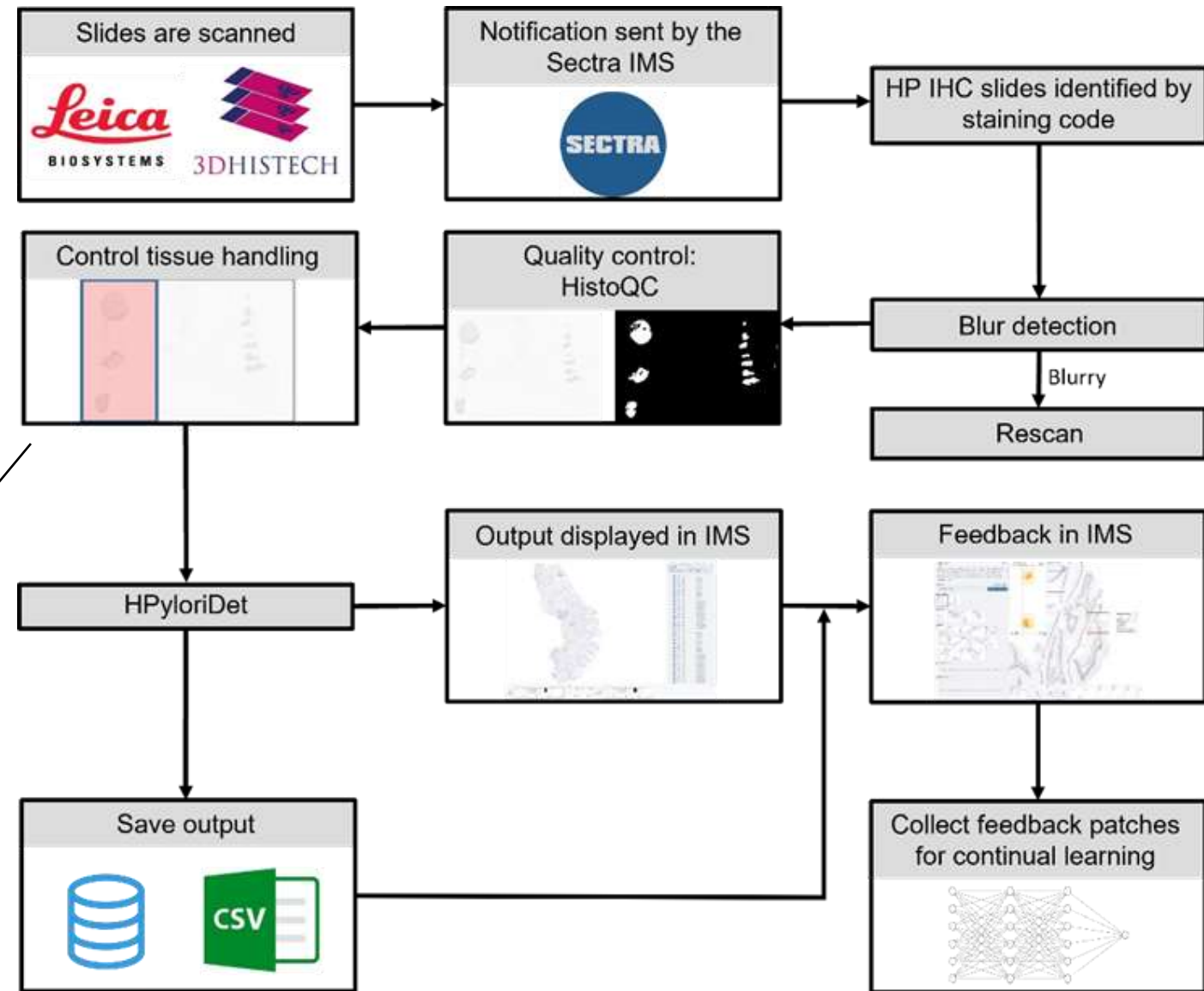
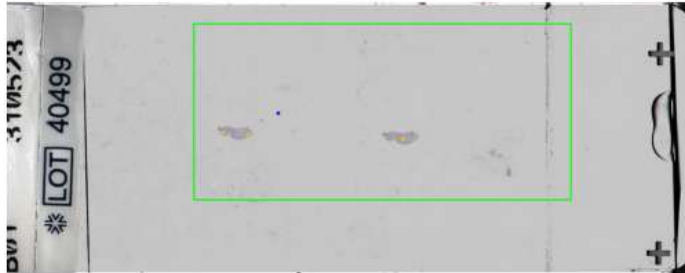


Contact sheet



Intégration

- Container Docker sur serveur dédié aux analyses
- Résultats sur Sectra en moins de 5 minutes, ~20-30 lames par jour



Résultats

- Sur les patches (n = 4686):
 - Précision: 95%
 - Sensibilité: 92%
 - Spécificité: 95%
 - Valeur prédictive positive: 65%
 - Valeur prédictive négative: 99%
- Gain de temps moyen pour le diagnostic de 25% (28 vs 37 seconds)
- Gain de temps global sur une année :
2 semaines

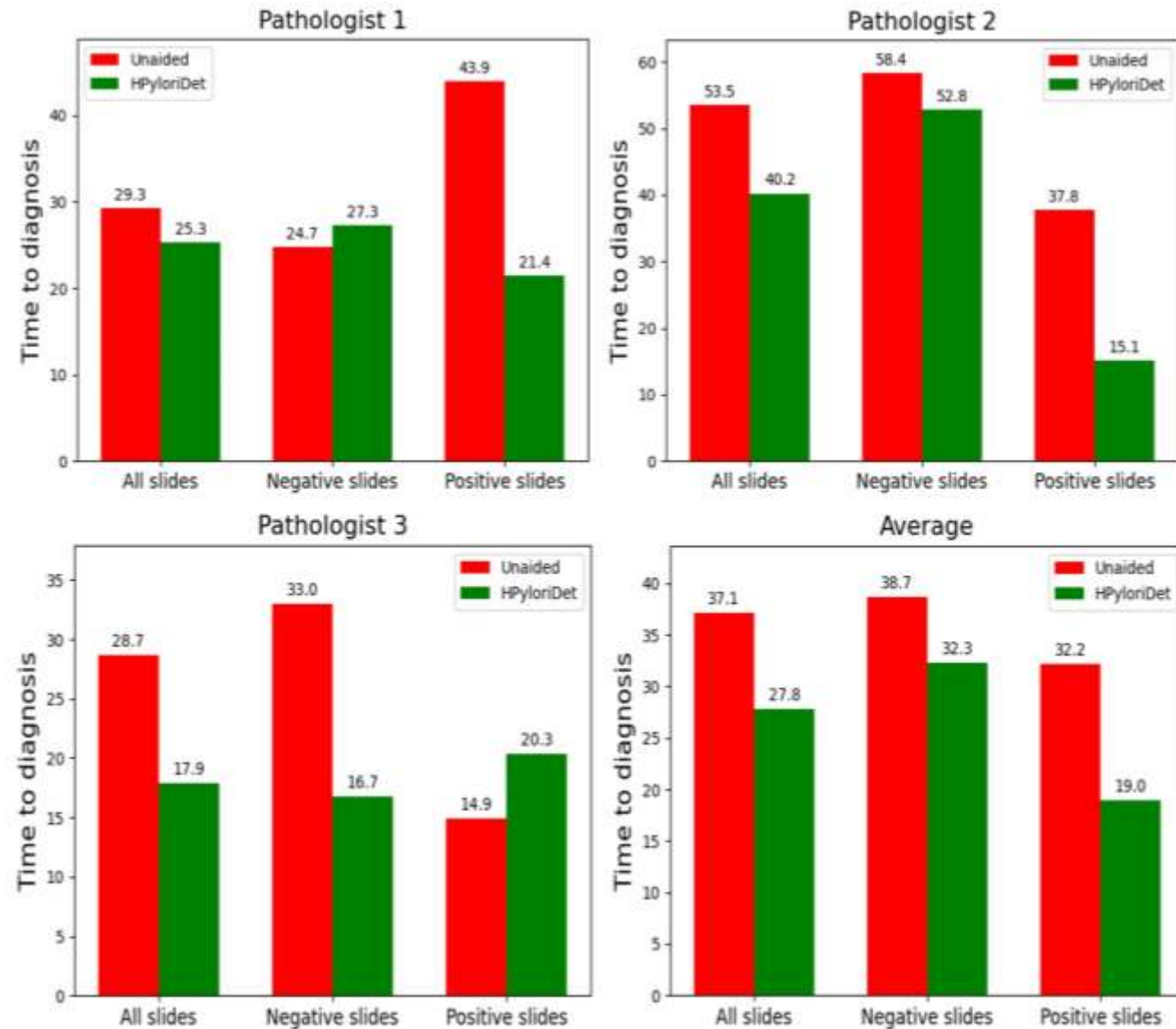


Fig 3: Time to diagnosis for unaided vs HPyloriDet-aided slide for 3 pathologists and pathologist average

Critères de validation

Paramètres	Critères d'acceptation du laboratoire
Taux de détection du tissu de contrôle	Supérieur au taux de lame incluses sans détection du tissu de contrôle
Sensibilité (patch)	Supérieur ou égale à la valeur du modèle initial, pas de patch « faux négatif » contenant clairement du HP à l'inspection visuelle
Spécificité (patch)	Supérieur ou égale à la valeur du modèle initial
Taux de faux négatif	0%, hors cas à exclure
Temps au diagnostic	Gain de temps significatif à $p < 0.05$
Niveau de confiance des pathologistes	Supérieur à 2.7 *
Temps d'analyse moyen	Inférieur à 5 minutes
Répétabilité	Même régions présentées sur la même lame
Reproductibilité	Les zones présentées concluent au même diagnostic

*Fónyad L, Krenács T, Nagy P, Zalatnai A, Csomor J, Sápi Z, Pápay J, Schönleber J, Diczházi C, Molnár B. Validation of diagnostic accuracy using digital slides in routine histopathology. Diagn Pathol. 2012 Mar 31;7:35. doi: 10.1186/1746-1596-7-35. PMID: 22463804; PMCID: PMC3337227.

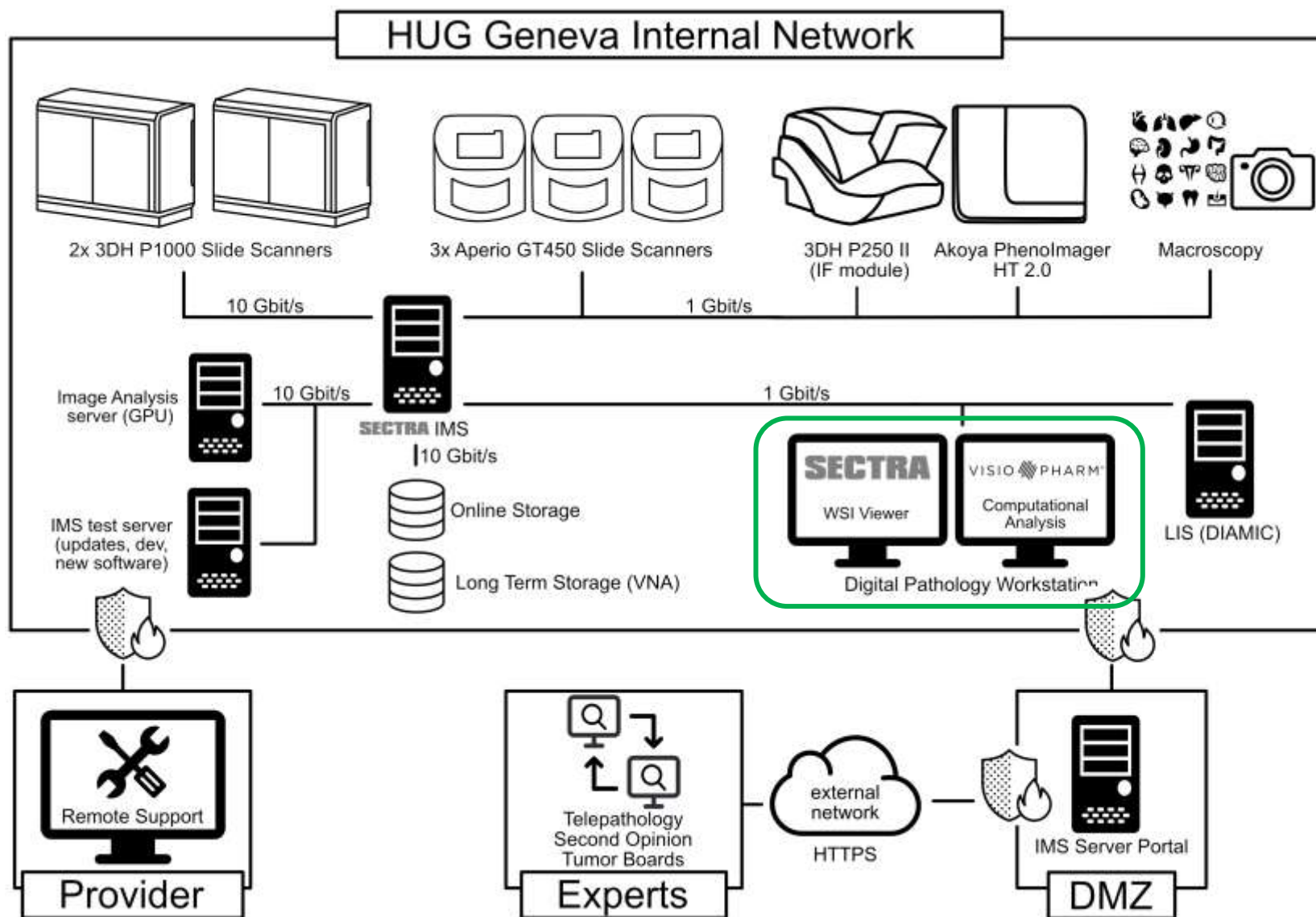
Prochains outils IA

- Comptage de mitoses
- Détection CMV IHC
- Détection de métaplasie intestinale
- Détection de métastases ganglionnaires

Outil IA: Quantification statut Her2 par CISH

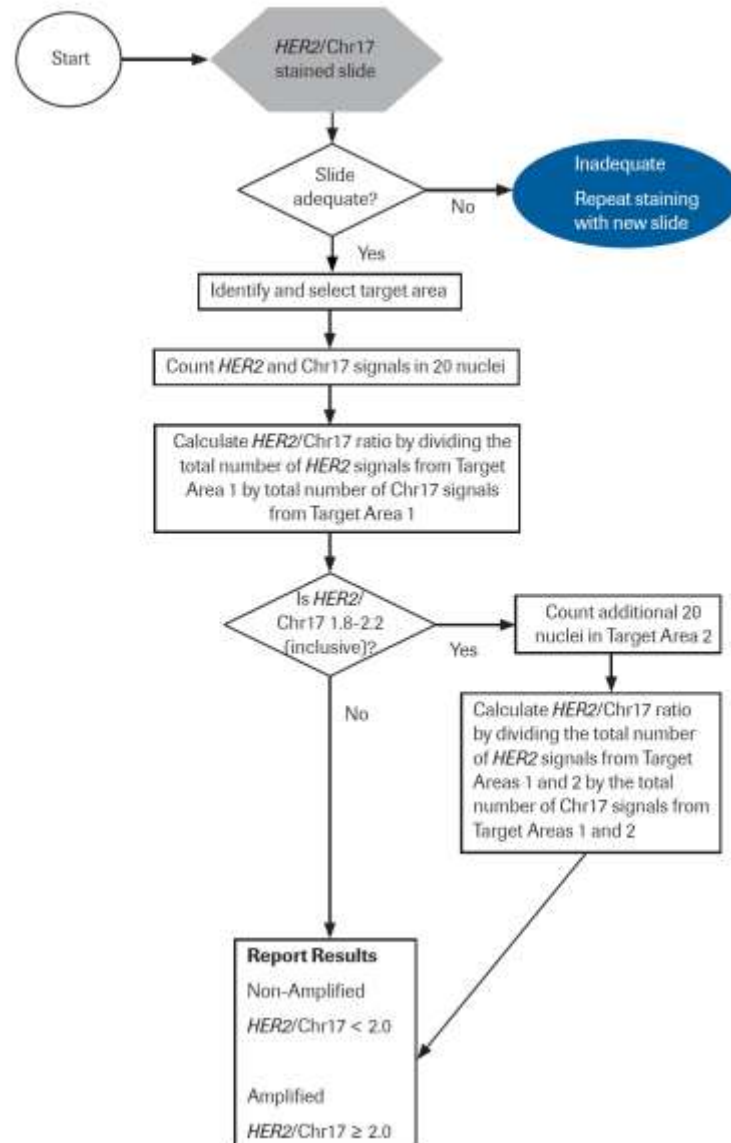


Infrastructure actuelle

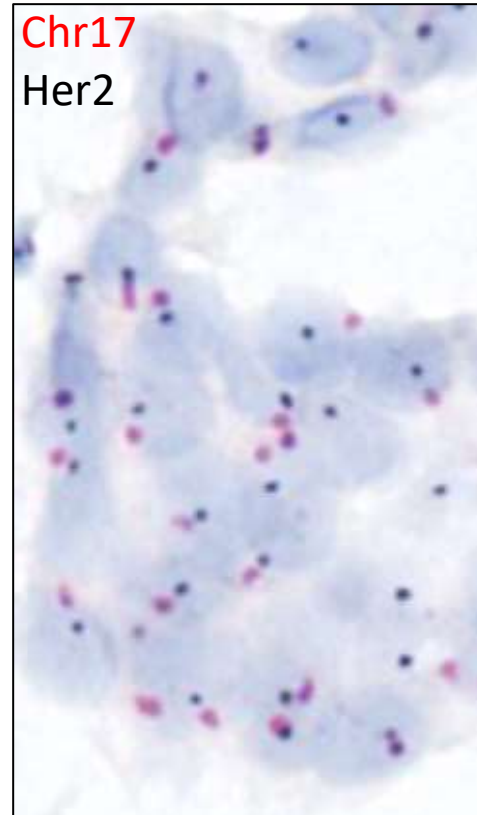


VENTANA HER2 Dual ISH DNA Probes: Guide d'interprétation

Figure 7. Scoring algorithm flow diagram



Her2 Dual ISH exemple

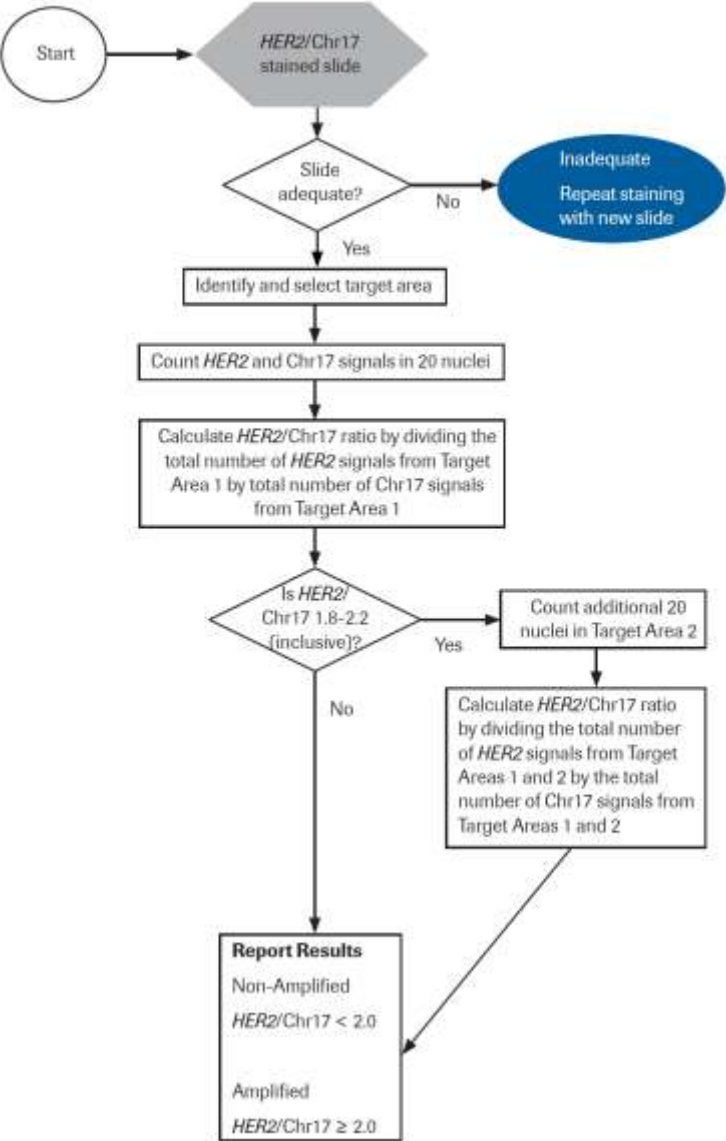


Contraintes de quantification manuelle:

- Comptage chronophage
- Reproductibilité limitée
- Documentation des régions analysées difficile
- Variabilité inter-observateur

VENTANA HER2 Dual ISH DNA Probes: Guide d'interprétation

Figure 7. Scoring algorithm flow diagram



Her2 Dual ISH exemple

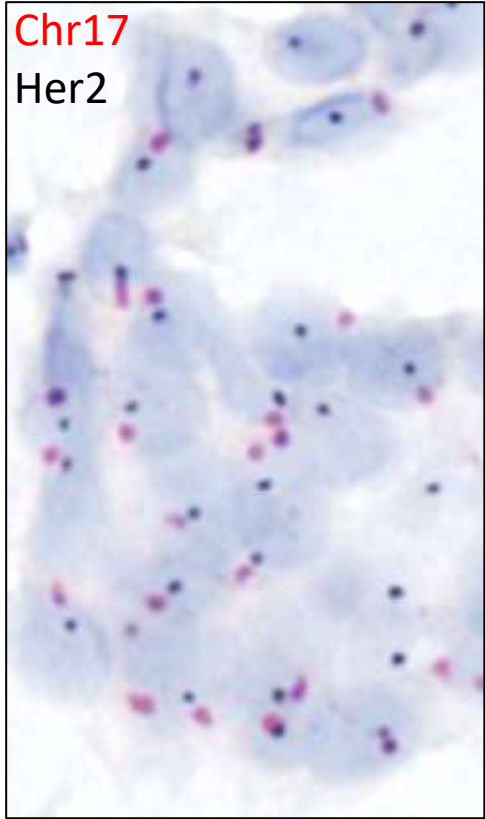
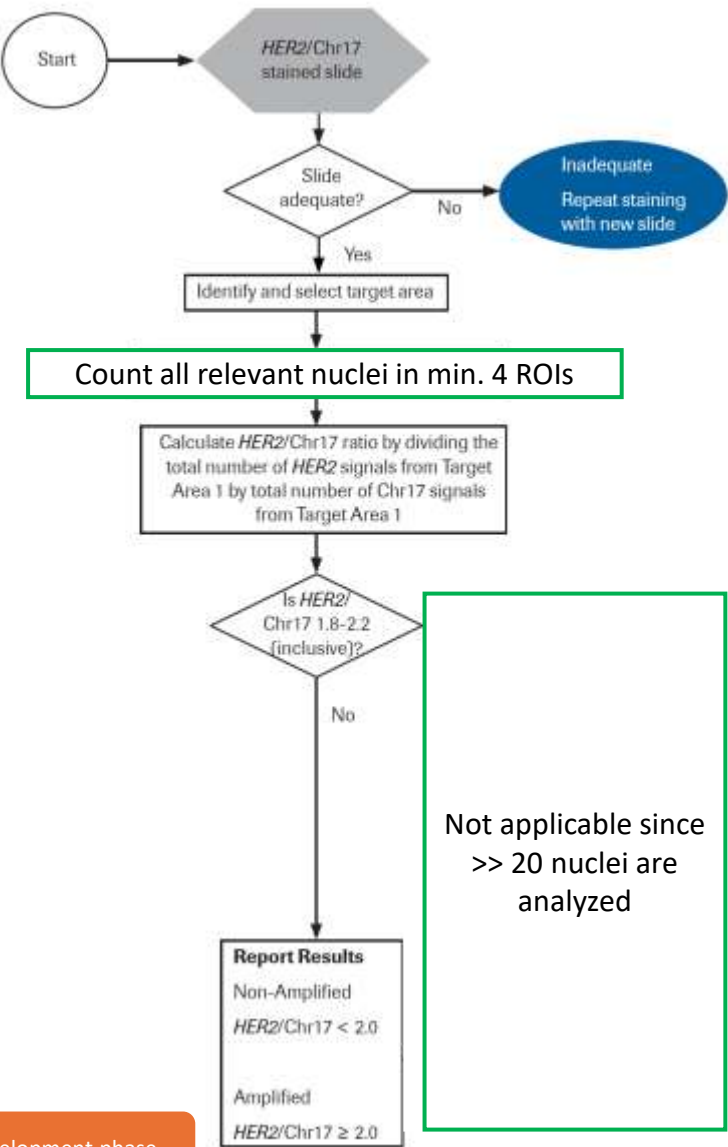


Table 1: Signal Visualization

	Do not count if nuclei overlap.		Small SISH clusters can only be estimated by using the size of a single signal as reference. Use stromal cells to estimate signal size (smaller cell). For instance, this cluster could be estimated as 6 SISH signals - adding the other 2 single signals yields a total count of 8. Count as 2 red signals. Note on scoring sheet that clusters are present for HER2.
	Do not count if no signal is present.		Estimate the large cluster. Here, the cluster can be estimated as 12 black signals - adding the other 4 single signals yields a total count of 16. Count red signals as 2 copies of Chr17. Note on scoring sheet that clusters are present for HER2.
	Do not count if only signal of one color is present.		A red signal close to a black signal should be counted as one red signal and one black signal. This may require enumeration at 60x objective to discern. Therefore, count as 4 black signals and 2 red signals. If overlapping signals cannot be distinguished, do not count that nucleus.
	Do not count if signals are outside the nuclei.		Cluster of black signal obscuring red signal(s). Higher magnification (60x) may be utilized in attempts to confirm presence or absence of red signal(s); otherwise do not count; always count nuclei with clear red signals. Note the presence of SISH clusters on the score sheet. Nuclei with visible and higher numbers of red signal should be scored in nuclei with SISH clusters.
	Count as 1 black (HER2) and 1 red (Chr17) signal.		If background SISH "dust" occurs in the nuclei, only count if specific black (HER2) signals are clearly distinguishable from background.
	Count as 2 black (HER2) and 2 red (Chr17) signals.		Red haze may be observed and should not be mistaken for signal. Small, faint Red ISH signals may be seen and could represent nonspecific binding of the Chr17 probe to other chromosomes. The image shows 2 discrete red (Chr17) signals and 2 black (HER2) signals.
	Count as 1 black (HER2) and 2 red (Chr17) signals. The black signal is a "doublet." Count two adjacent signals of same color only if the distance between the signals is equal to or greater than the diameter of a single signal.		

VENTANA HER2 Dual ISH DNA Probes: Plan d'analyse d'image

Figure 7. Scoring algorithm flow diagram

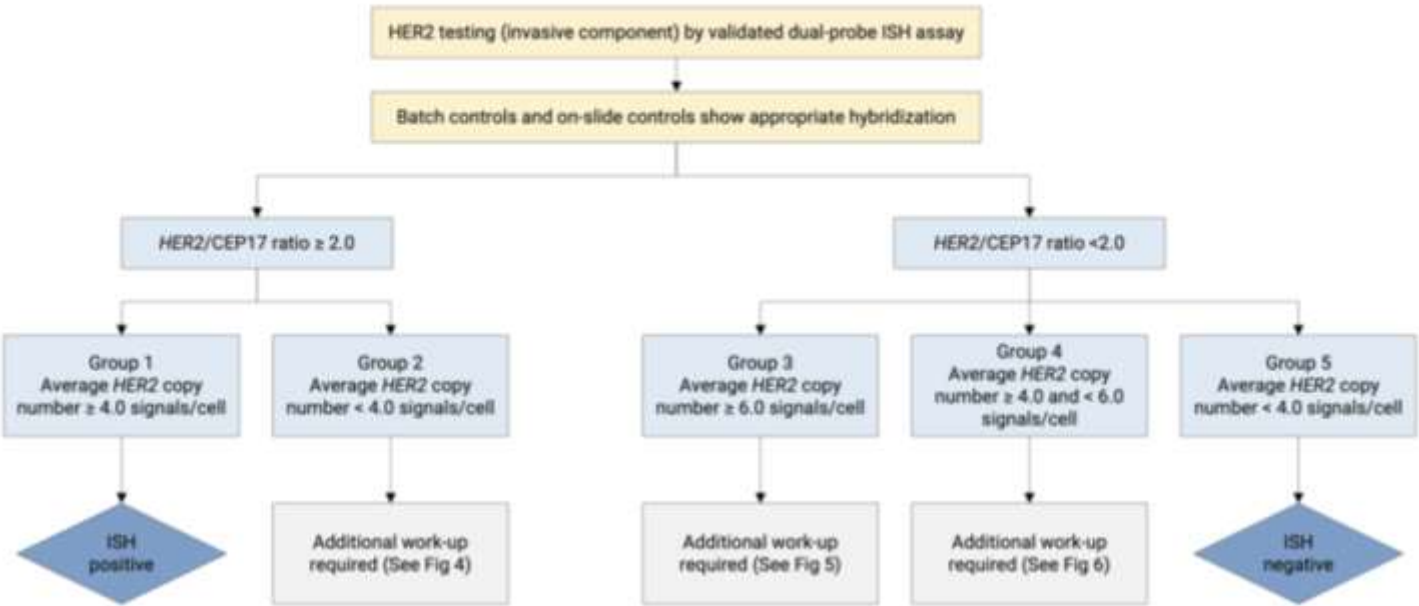


ASCO Guidelines

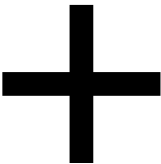


COLLEGE of AMERICAN
PATHOLOGISTS

Figure 3. Algorithm for evaluation of human epidermal growth factor receptor 2 (HER2) gene amplification by in situ hybridization (ISH) assay of the invasive component of a breast cancer specimen using a dual-signal (HER2 gene) assay (dual-probe ISH).

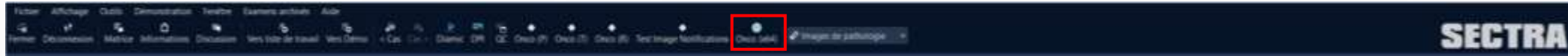


https://documents.cap.org/documents/her2_breast_update_algorithms_2023.pdf

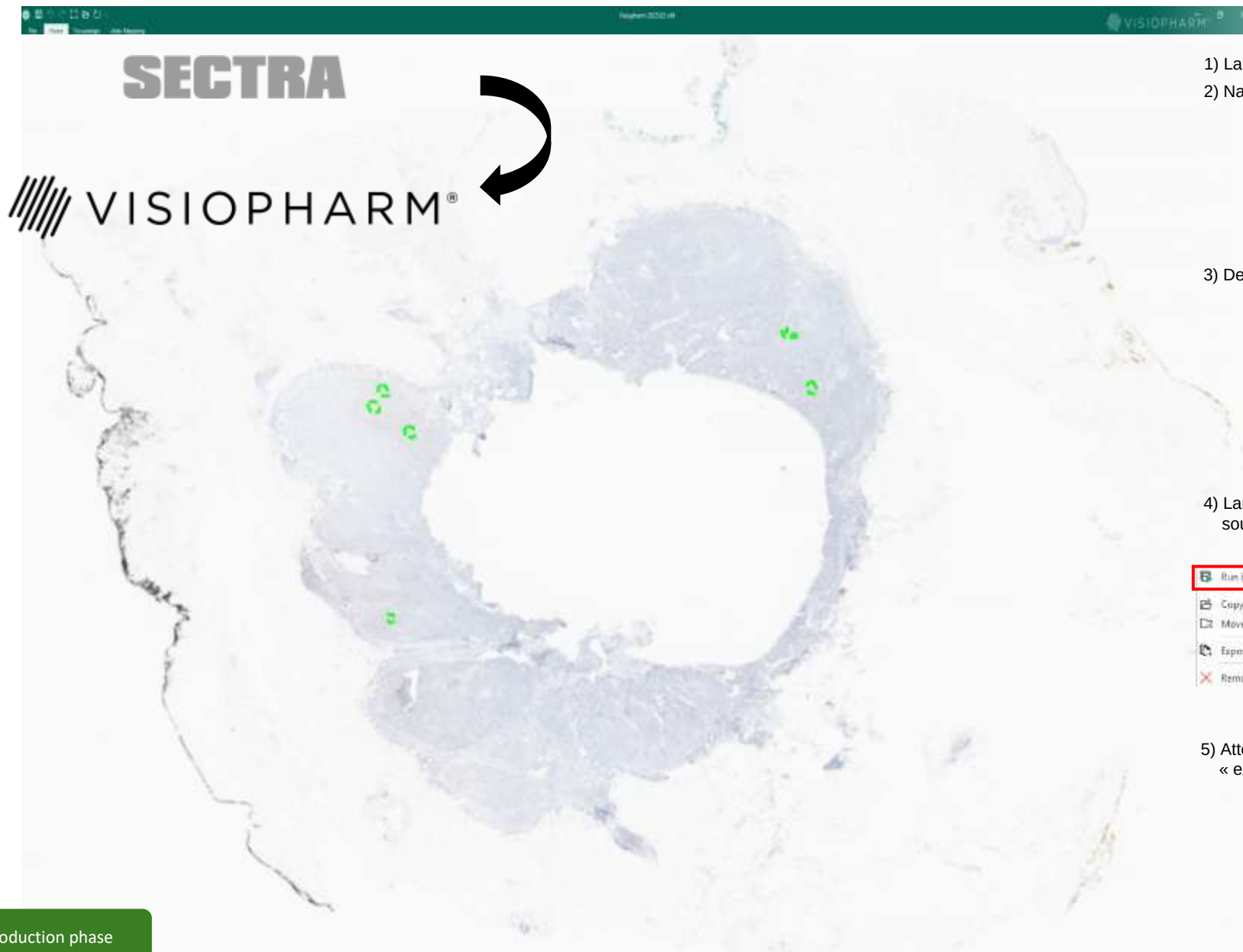


VISIOPHARM®

VENTANA HER2 Dual ISH DNA Probes: Utilisation



VENTANA HER2 Dual ISH DNA Probes: Utilisation

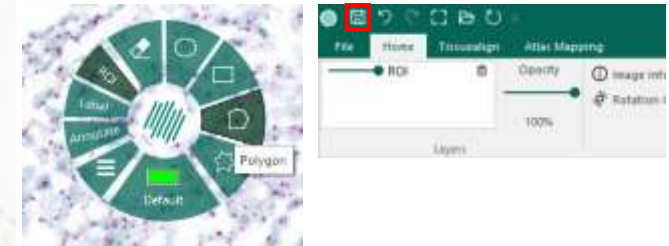


Guide d'utilisation simplifié de Visiopharm 64bit

- 1) Lancer Onco (x64) dans SECTRA
- 2) Naviguer vers le bon cas dans la rubrique « études » et sélectionner la lame à analyser.



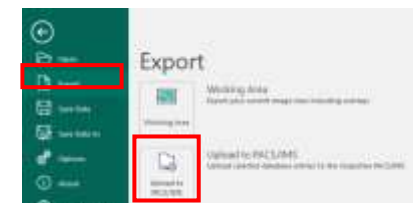
- 3) Dessiner la ou les régions « default » et cliquez sur « enregistrer ».



- 4) Lancer l'analyse via « run batch analysis » en cliquant avec le bouton droit de la souris sur le nom de la lame.



- 5) Attendre la fin de l'analyse et envoyer les résultats à SECTRA via « export » → « Upload to PACS/IMS ».



- 6) Actualiser le cas dans SECTRA avec « F5 » pour voir la nouv

VENTANA HER2 Dual ISH DNA Probes: Utilisation

Image originale

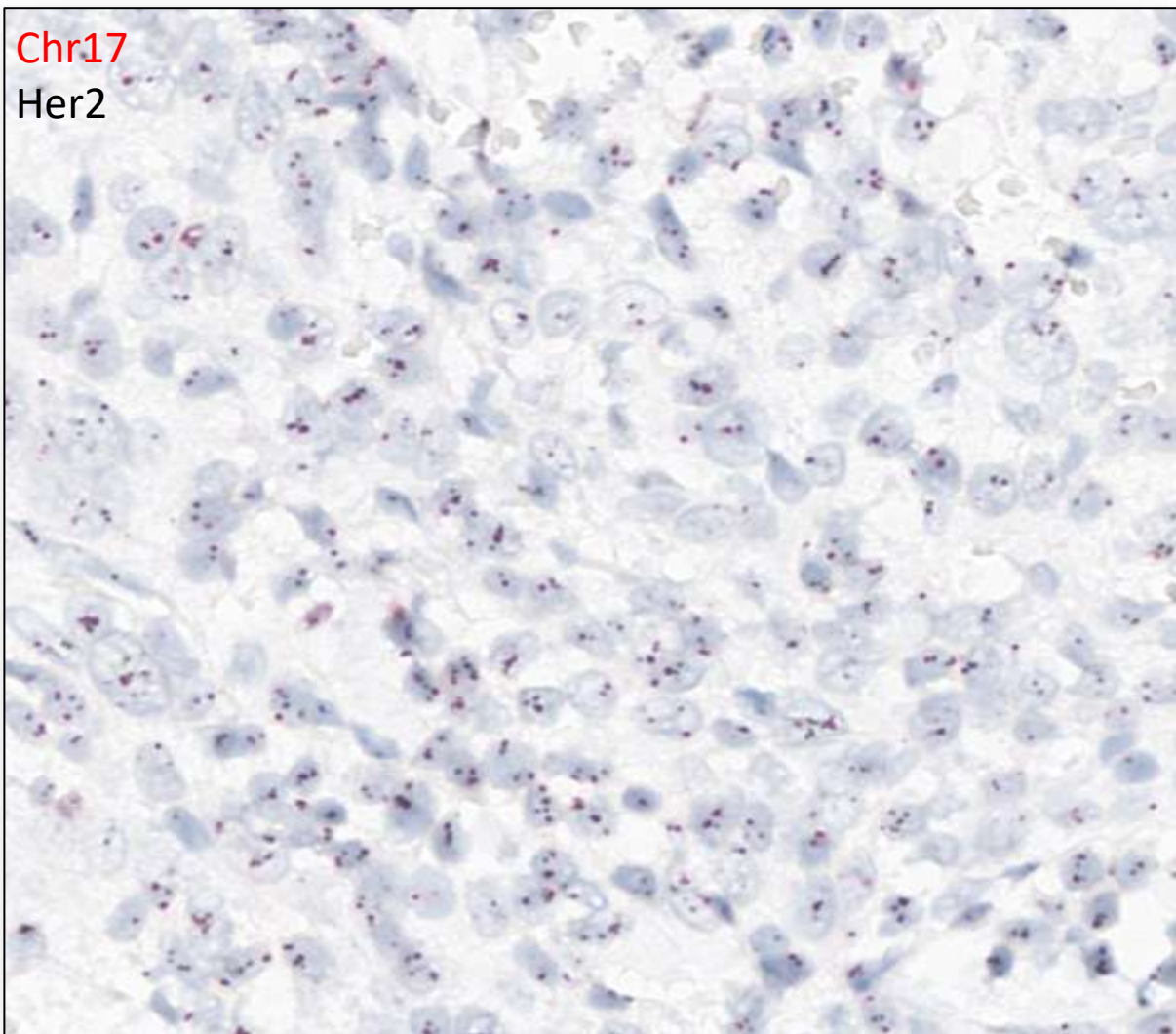
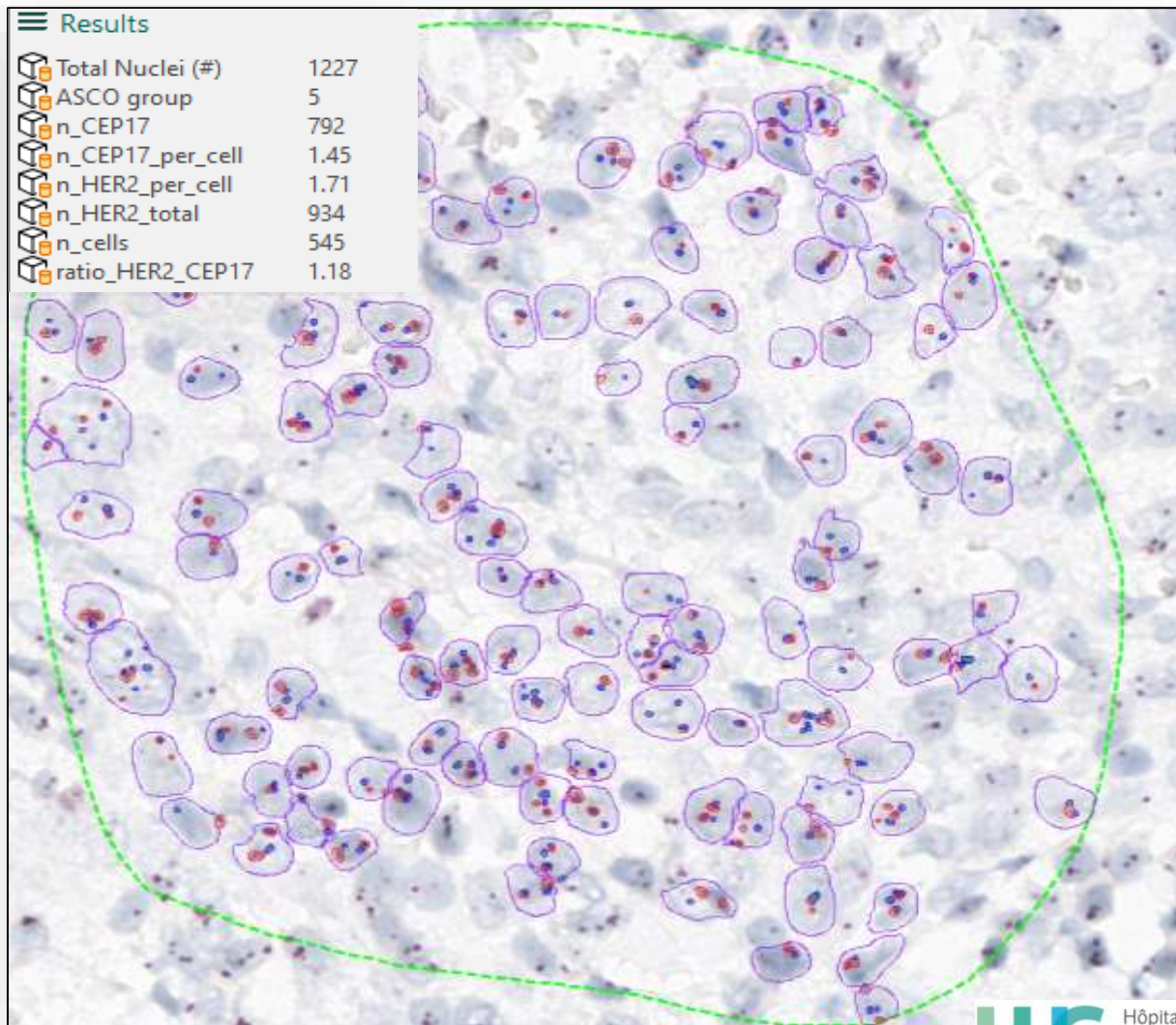


Image analysée

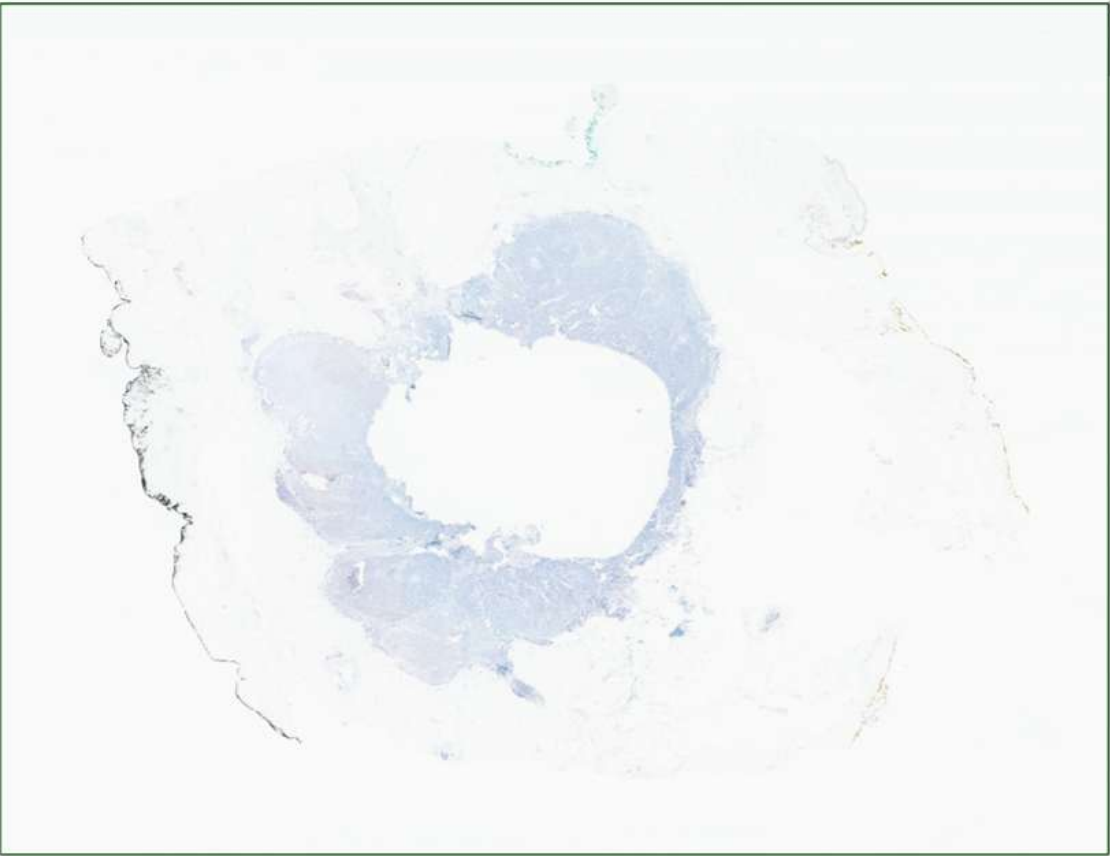


VENTANA HER2 Dual ISH DNA Probes: Utilisation

Fichier Affichage Outils Démonstration Fenêtre Examens archivés Aide
Fermer Déconnexion Matrice Informations Discussion Vers liste de travail Vers Démo < Cas Cas > Diamic DPI QC Onco (P) Onco (T) Onco (R) Test Image Notifications Onco (x64) Images de pathologie

SECTRA

09/04/2025 I-ISHer2 A08 0,5/38x



Oncopix results
- HER2-CISH_sein_ASCO

HER2-CISH_sein_ASCO
For Research Use Only. Not for diagnostic procedures

ASCO group:	5
n_CEP17:	792
n_CEP17_per_cell:	1.45
n_HER2_per_cell:	1.71
n_HER2_total:	934
n_cells:	545
ratio_HER2_CEP17:	1.18

SECTRA

 **VISIOPHARM®**

A04 A05 A06 A07 A08 A09 A10 A11 B01 B02

2 36/36 34

H-HE H-HE H-HE H-HE I-ISHer2 I-MIB1 I-RE I-RP H-HE H-HE H-HE S-HE 1 S-HE 2 S-HE 3 S-HE 4 S-HE 5 S-HE 6

Production phase

HUG Hôpitaux Universitaires Genève

Pathologiste + IA : intelligence augmentée

- **Outil, pas un remplacement:** le pathologiste reste le décideur final. L'IA est un outil d'aide à la décision
- **Supervision humaine:** les systèmes d'IA actuels sont limités et peuvent se tromper ou être perturbés par des artéfacts. Le pathologiste doit donc revoir, vérifier ou corriger les résultats et les intégrer au contexte clinique
- **Construction de la confiance :** avec toute nouvelle IA, les pathologistes passent par une phase de validation où ils comparent systématiquement les suggestions de l'IA à leur propre jugement

Conclusion

- **Utilité clinique:** Priorité à l'utilité clinique et à l'intégration en routine. Les outils d'IA doivent être simples d'usage et améliorer démonstrativement la prise en charge (qualité, rapidité, précision).
- **Déploiement:** formation des pathologistes et techniciens indispensable.
- Une IA correctement validée et déployée peut améliorer l'efficacité, la cohérence et la sensibilité en pathologie.
- Les outils complètent l'expertise du pathologiste, qui **garde la décision finale**.

REMERCIEMENTS

Service de Pathologie Clinique, Département Diagnostique, HUG

Direction

- Prof RUBBIA-BRANDT Laura
- Prof MERKLER Doron

Équipe d'analyse d'images

- Prof JANOWCZYK Andrew
- FERRARI Johan
- Dr. PADAYACHY Laura
- BRANDT-DIT-GRIEURIN Nicolas
- TEKES MIZRAKLI Medya
- DISCACCIATI Niccolo

Laboratoire de macroscopie, d'histologie et de cytologie

Groupe interdisciplinaire de pathologie numérique

