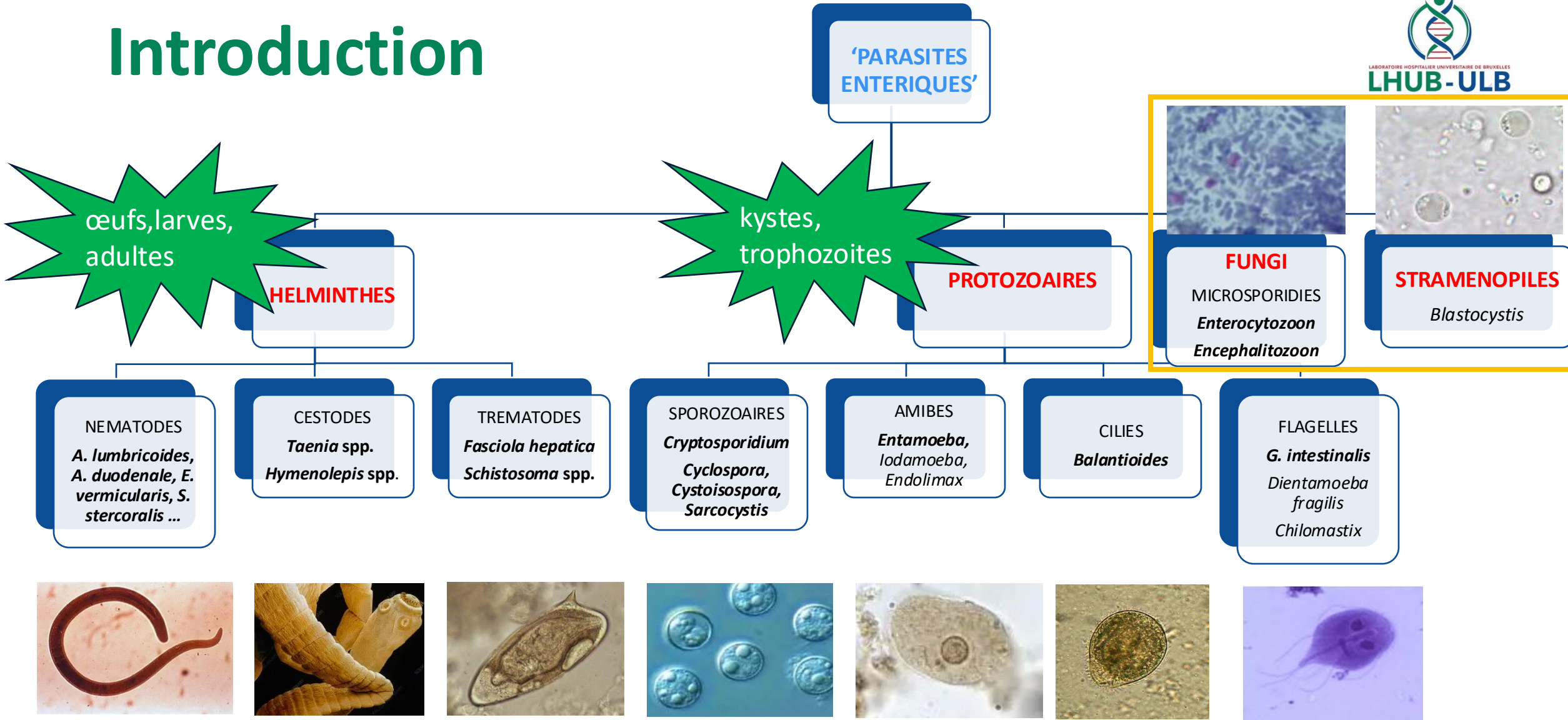


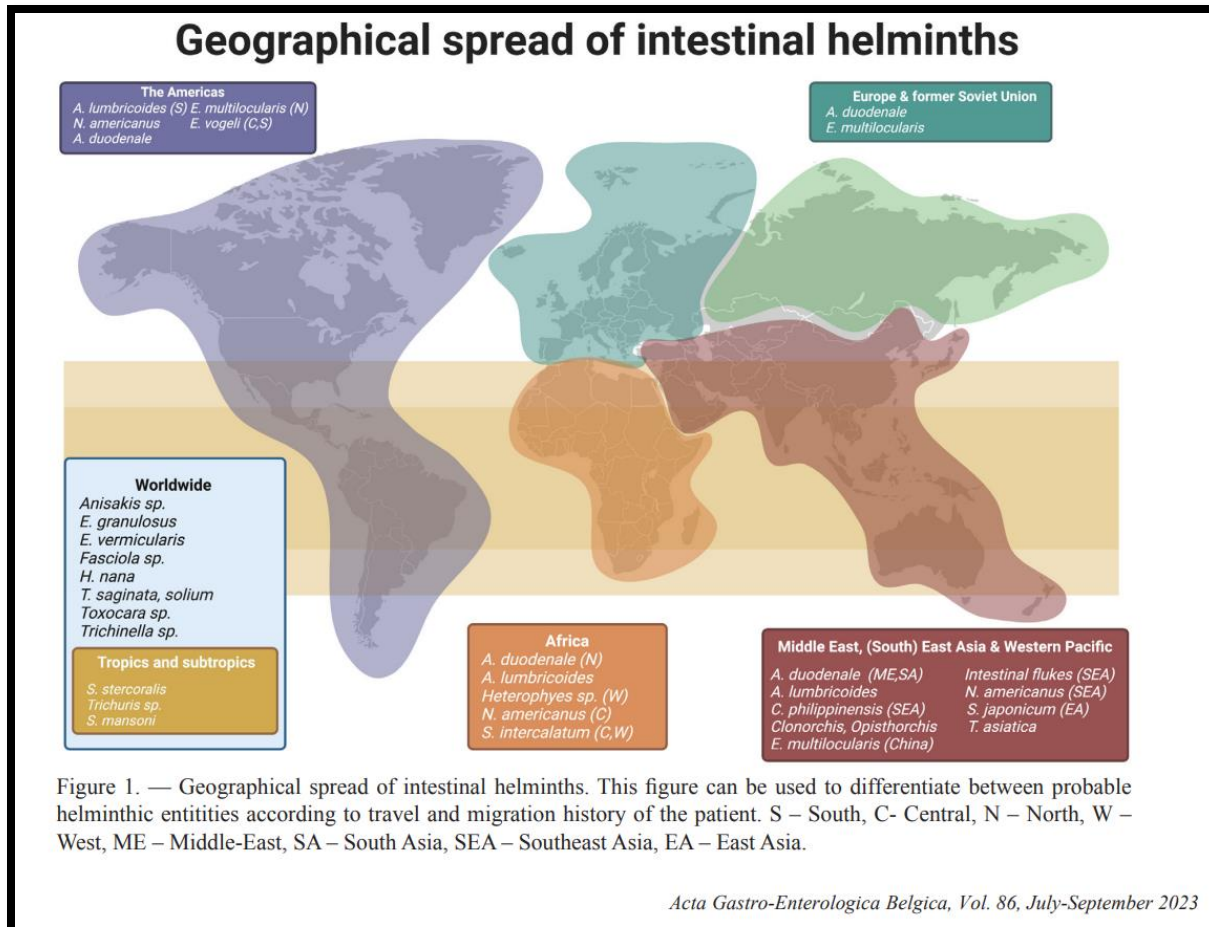
Apport de la microscopie automatisée et de l'intelligence artificielle dans le diagnostic microbiologique des parasitoses entériques

Pr. Delphine Martiny
Maria Hazi (TFE Pharmacie ULB)

Introduction



Epidémiologie



- **Problème de santé publique majeur dans les zones endémiques mais**

- Voyages, Emigration
- Réchauffement climatique
- Longévité et traitements IS
- ...



- **Epidémiologie peu connue**

- Études limitées (à une 'region', à un parasite, à une sous-population, case-reports ou petites revues de cas)
- Reporting hétérogène ou inexistant (pas de notification obligatoire en Europe)
- Peu de documentation microbiologique des cas et manque de sensibilité des techniques

- **Essor des techniques moléculaires**

Epidémiologie 'locale'

- 2034 selles / 1500 Patients (Primary care)
- Micro + PCR (Ampliquick)
- 33.2% patients +; 10% avec co-infection
- Prévalence:

- 20.5% *Blastocystis*
- 13.1% *D. fragilis*
- 7% 'pathogènes'
 - *Giardia*
 - *Cryptosporidium*
 - *E. vermicularis*

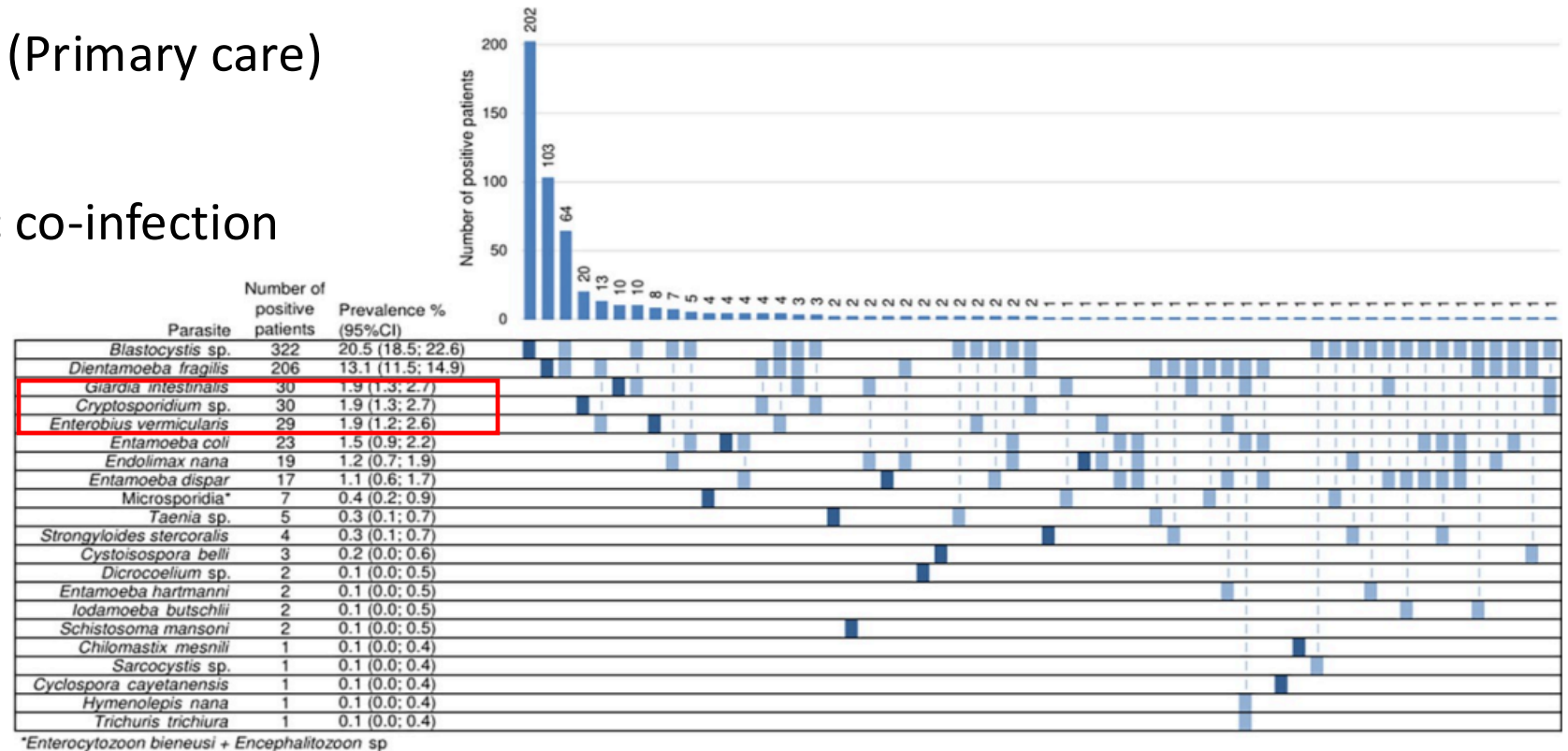
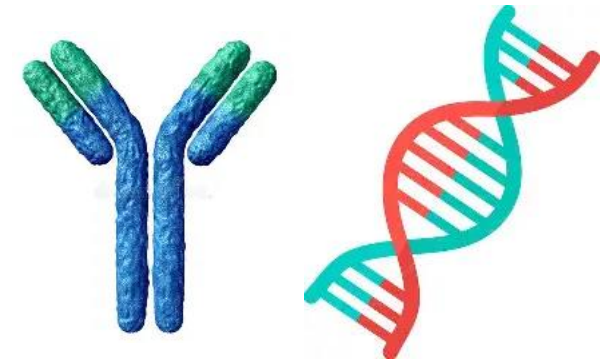
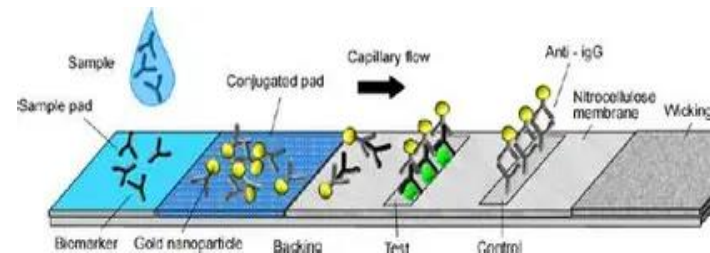


Fig 3. Prevalence by parasite with coinfections distribution. Results are presented by patient (n = 1570). Parasites are sorted from most to least prevalent. Dark blue boxes indicate cases with only one parasite detected, the others indicate cases with two or more parasites detected. Coinfections appear vertically with dotted lines to make reading easier. Parasites not shown are equal to zero. CI: confidence interval.

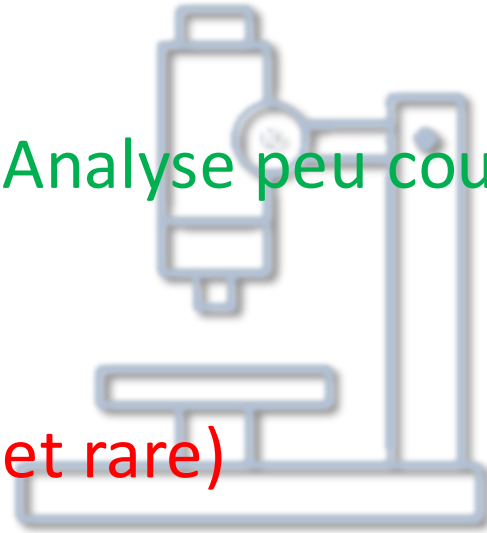
Diagnostic microbiologique des parasitoses entériques



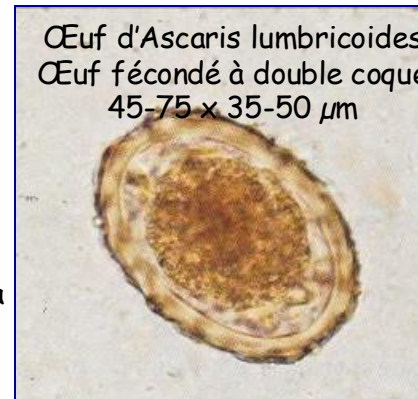
Complexité de la microscopie

- Equipement simple
- Analyse peu couteuse et bien remboursée
- Analyse 'exhaustive'

- Examen chronophage, TAT long
- Personnel expérimenté requis (et rare)
- Manque de sensibilité



Vandenberg *et al.* Acta Gastroenterol Belg. 2007



Complexité de la microscopie

- [CDC - DPDx - Stool Specimens](#)

Figure 1: Protozoa Found in Stool Specimens of Humans: Amebae

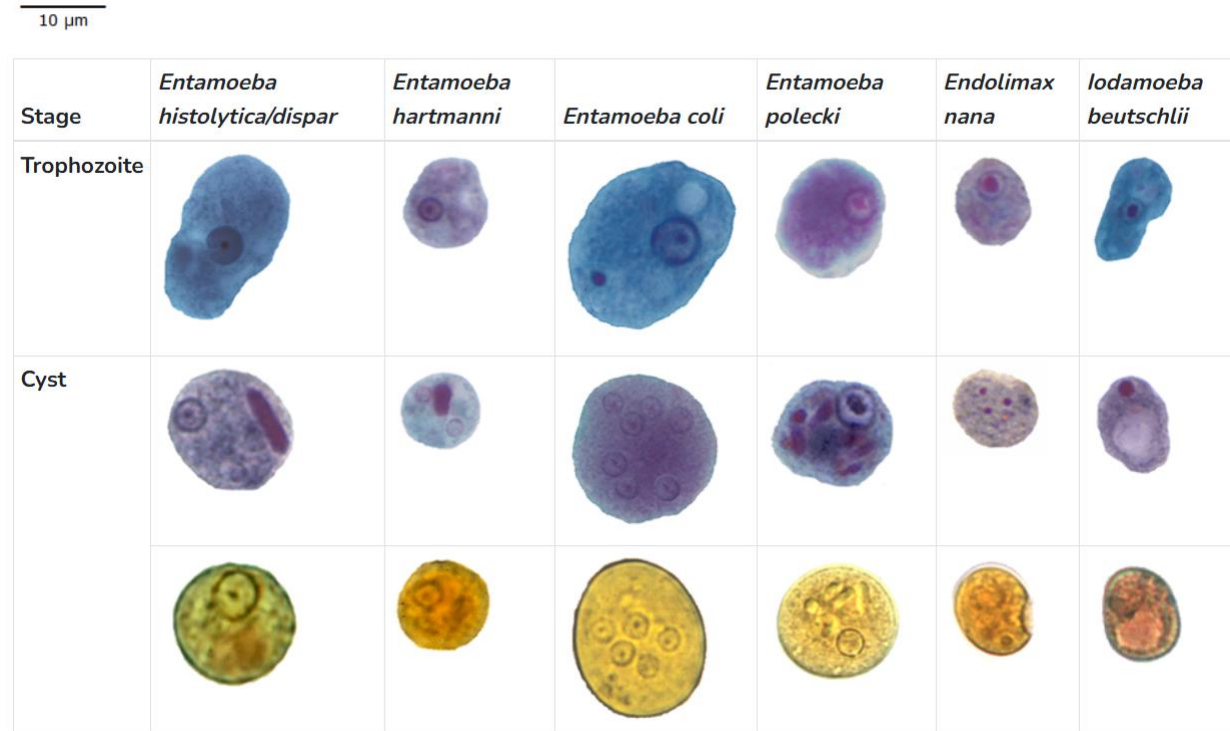


Figure 4: Nematode and Cestode Eggs Found in Stool Specimens of Humans



Algorithme diagnostique au LHUB-ULB

1st

Screen

- Tests immunochromatographiques
- Giardia et Cryptosporidium



2nd

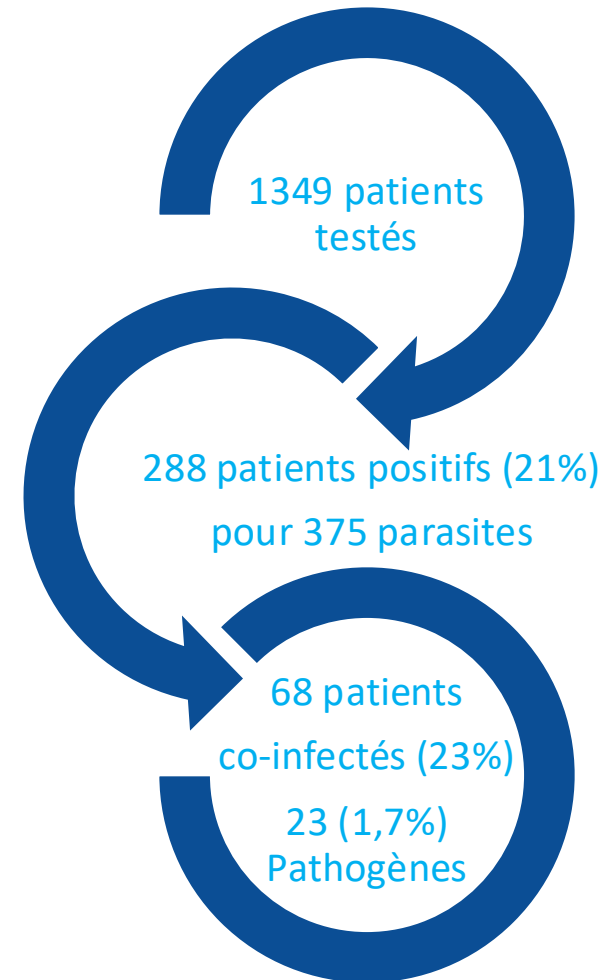
Avancé

- Examen microscopique approfondi si screen négatif et contexte évocateur
- Sets TFT



Activité du LHUB-ULB en 2024

Parasite	n	%Parasites	%Patients
<i>Blastocystis</i>	226	60.3	16.8
<i>D. fragilis</i>	60	16.0	4.5
<i>E. nana</i>	24	6.4	1.8
<i>E. coli</i>	23	6.1	1.7
<i>G. intestinalis</i>	14	3.7	1
<i>E. dispar</i>	6	1.6	
<i>C. parvum</i>	4	1.1	
<i>E. hartmanii</i>	4	1.1	
<i>Entamoeba sp.</i>	4	1.1	
<i>I. butschlii</i>	3	0.8	
<i>C. mesnili</i>	2	0.5	
<i>S. steroralis</i>	2	0.5	
<i>A. lumbricoides</i>	1	0.3	
<i>E. histolytica</i>	1	0.3	
<i>Taenia sp.</i>	1	0.3	
	375	100	



Co-infections

- 20% incluant ≥ 3 parasites
- 94% incluant *Blastocystis*
- 40% incluant *D. fragilis*
- 38% incluant les deux



Screen	Positif	Total	%
Giardia	33	2776	1,2
Crypto	28	2827	1,0

Automatisation et IA

Informatics in Medicine Unlocked 13 (2018) 101–111

Contents lists available at ScienceDirect

Informatics in Medicine Unlocked

journal homepage: www.elsevier.com/locate/imu

ELSEVIER

im
INFORMATICS
IN MEDICINE
UNLOCKED

Towards an automated medical diagnosis system for intestinal parasitosis

Beaudelaire Saha Tchinda^a, Michel Noubom^b, Daniel Tchiotsop^{a,*}, Valerie Louis-Dorr^c, Didier Wolf^c

^a Laboratoire d'Automatique et d'Informatique Appliquée (LAIA), IUT-FV de Bandjoun, Université de Dschang-Cameroun, B.P. 134 Bandjoun, Cameroon
^b Département des sciences Biomédicales, Faculté de Médecine et des Sciences Pharmaceutiques, Université de Dschang-Cameroun, Cameroon
^c Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN), UMR CNRS 7039, ENSEM, Université de Lorraine, Nancy, France

Check for updates

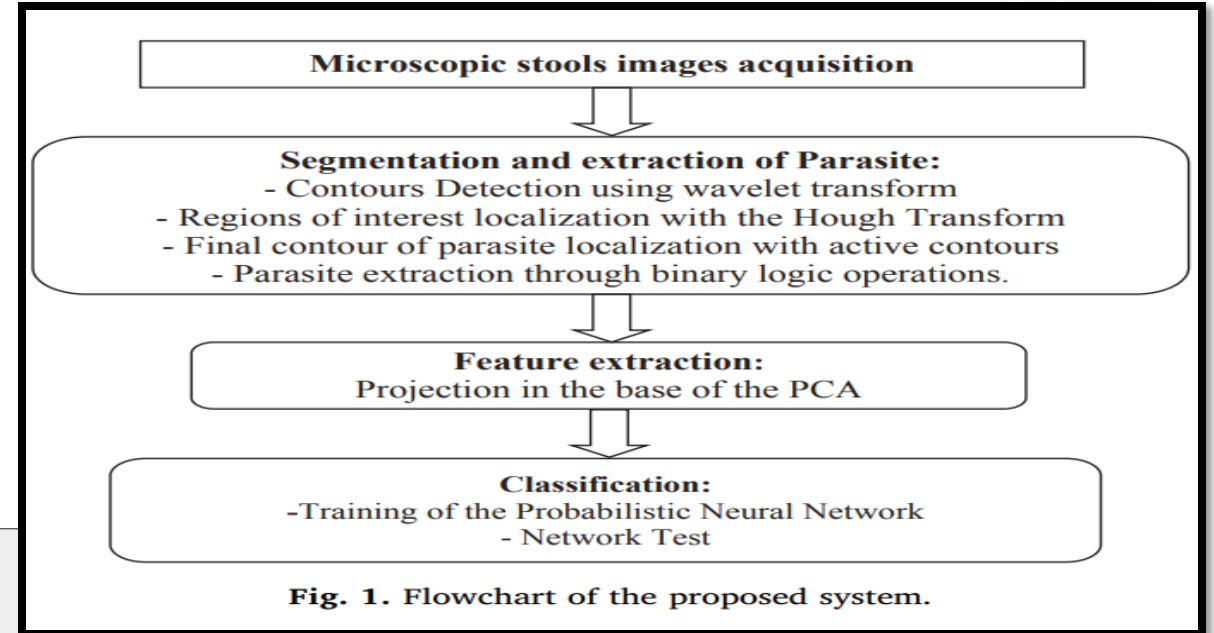
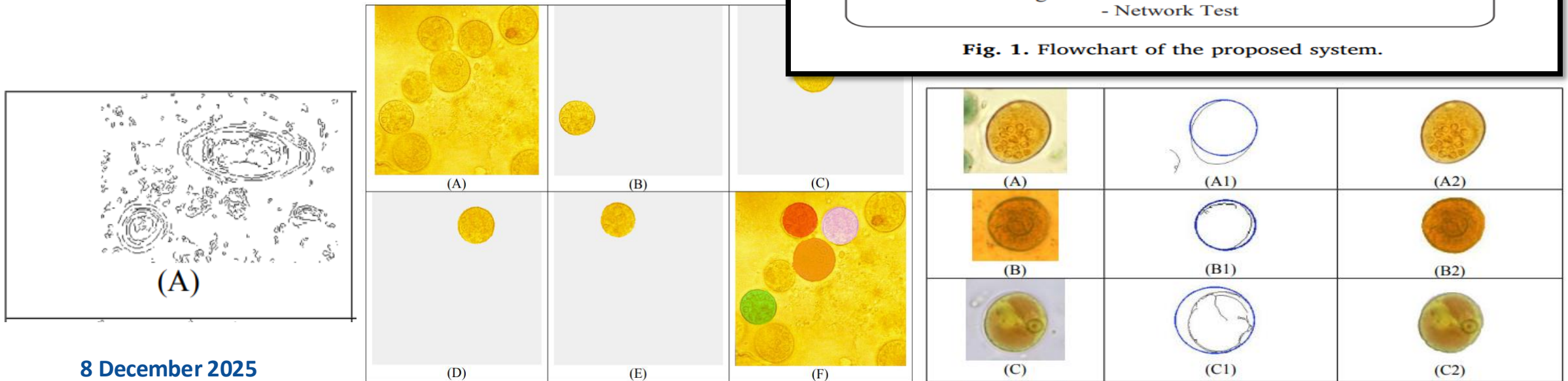


Fig. 1. Flowchart of the proposed system.

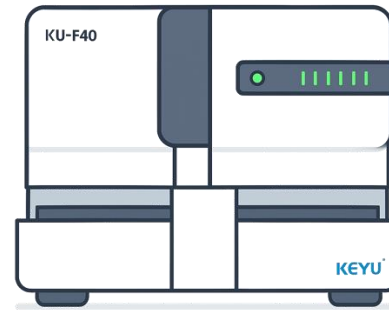


Application concrète: KU F40 (Keyu)

FULLY AUTOMATED FECES ANALYZER

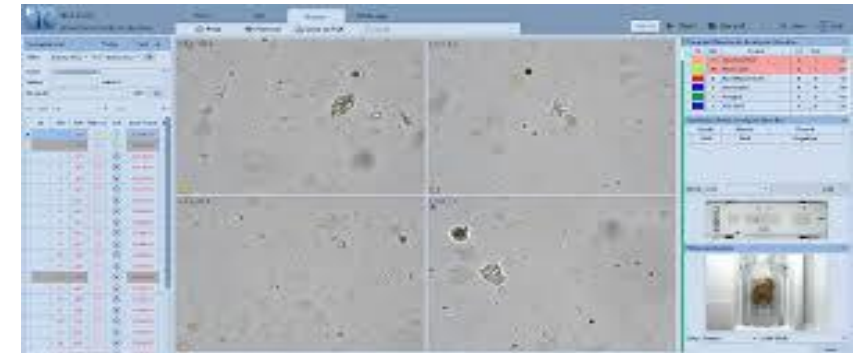
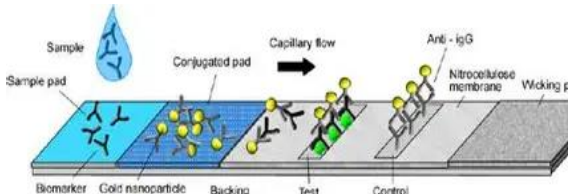
AUTOMATISATION

- Aspect macroscopique
- Examen microscopique
- Tests immuno-chromatographiques*



INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- Algorithmes de Deep Learning :
Reconnaissance par comparaison
à la base de données de l'automate

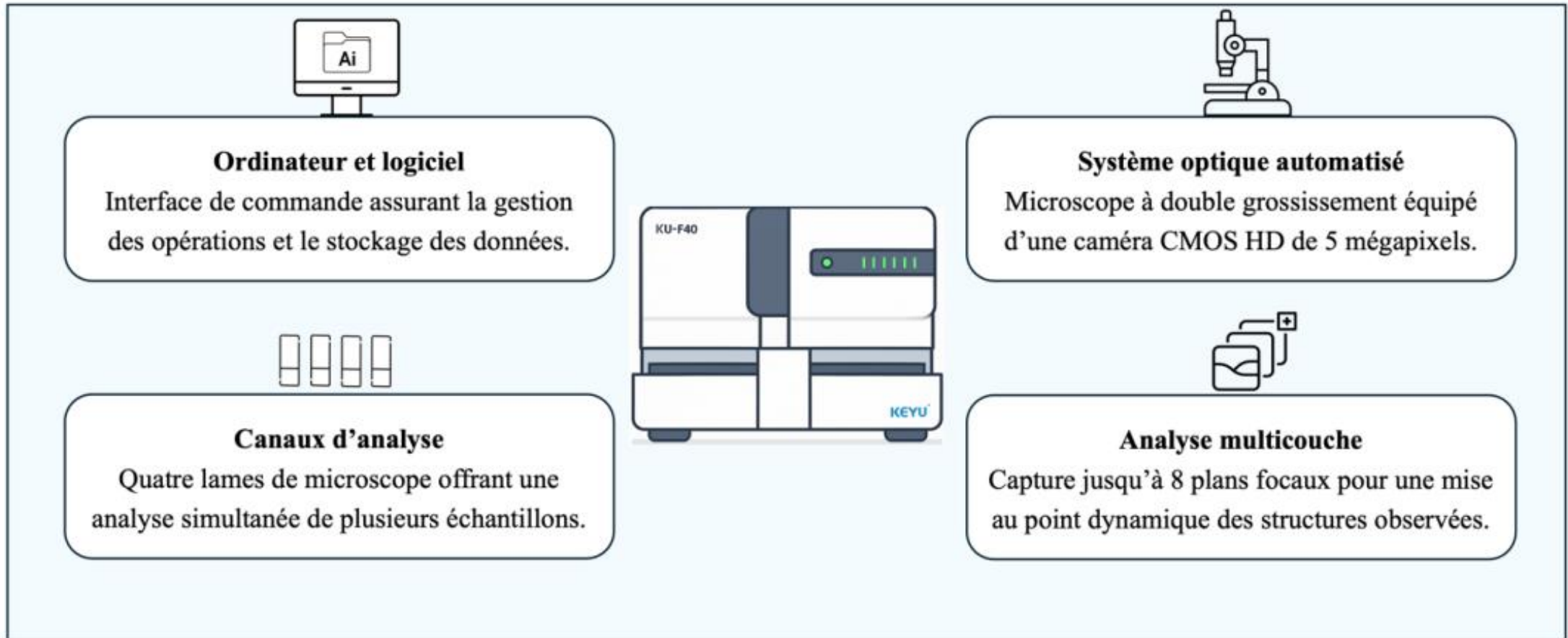


Huang C et al. The clinical application value of the KU-F40 fully automatic fecal analyzer for the detection of fecal parasites: A large-sample retrospective study. *Sci Rep.* 2025

Wang Z et al. Evaluation of alarm notification of artificial intelligence in automated analyzer detection of parasites. *Medicine (Baltimore).* 2024

Zhang H et al. Performance Evaluation of KU-F40 Automatic Feces Analyzer. *Clin Lab.* 2023

Application concrète: KU F40 (Keyu)



Application concrète: KU F40 (Keyu)

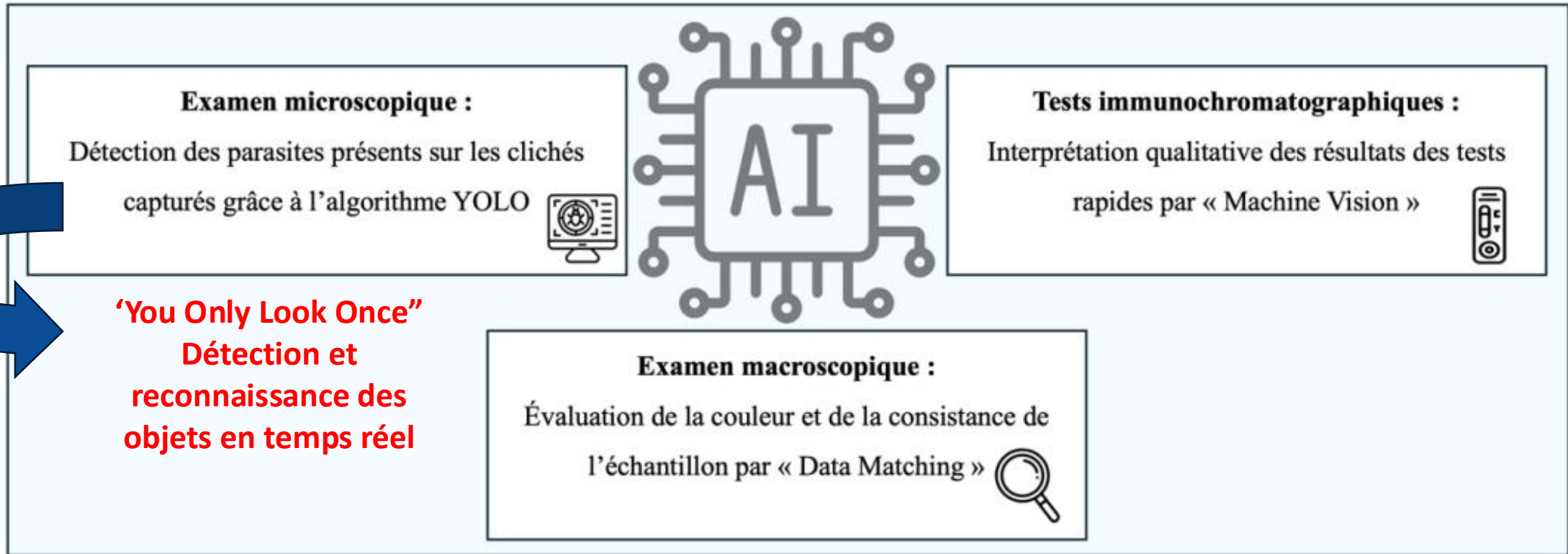
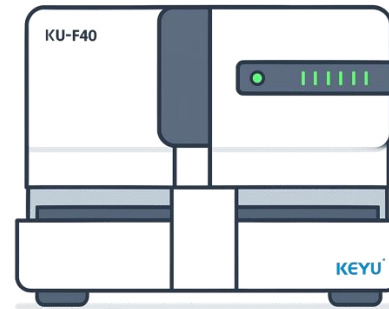


Figure 2 : application de l'IA aux trois analyses intégrées de l'automate KEYU-F40

Application concrète: KU F40 (Keyu)

FULLY AUTOMATED FECES ANALYZER

- Observation macroscopique
- Examen microscopique
- Tests immunochromatographiques



- Algorithmes de Deep Learning :
Reconnaissance par comparaison
à la base de données de l'automate

AVANTAGES

- Simple à réaliser
- Rapide & Intuitif
- Biosecurité

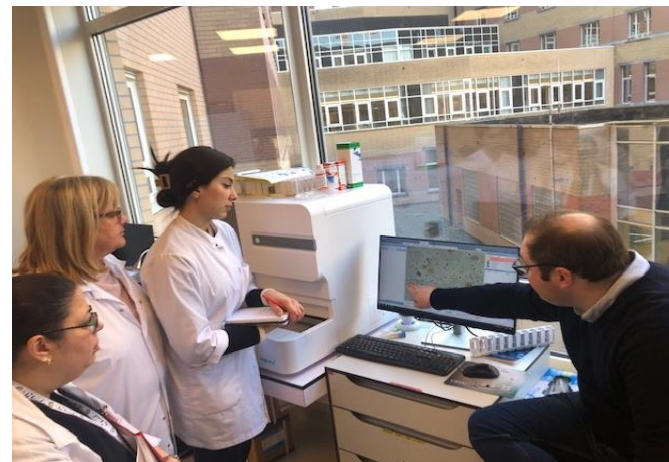


BENEFICES ATTENDUS

- ↓ « Turn Around Time »
- Meilleure allocation des RH
- Meilleures performances ?

DESAVANTAGES

- Exhaustivité de la DB?
- Ag parasites non disponibles



Evaluation du KU-F40 en Belgique



The banner features the American Society for Microbiology logo on the left, a central image of the journal cover, and the text 'Journal of Clinical Microbiology' in large white font. On the right, it says 'ASM eJP Peer Review System'. Below the banner is a red navigation bar with links: Home, Help for Authors, Help for Reviewers, Contact Us, and Logout.

Revision

Manuscript #	JCM00743-25R1
Current Revision #	1
Other Version	JCM00743-25
Submission Date	2025-09-05 11:42:18
Current Stage	Under Review
Title	Evaluation of KU-F40 automated microscope for parasitology: when artificial intelligence meets old school microscopy
Manuscript Type	Full-Length Text
Special Section	N/A
Journal Section	Parasitology
Corresponding Author	Dr. Antoine Aupaix (UCL Saint-Luc University Hospital; Centre Hospitalier EpiCURA Hornu)
Contributing Authors	Dr. Antoine Aupaix (corr-auth) , Lorenzo Filippin , Justine Jaumot , Stéphanie Cannoot , Monia Chemais , Delphine Martiny , Véronique Yvette Miendje Deyi , Marine Deffontaine , Corentin Deckers , Valérie Verbelen , Mr. Idzi Potters , Charlotte Drieghe , Samy Mzouqui , Reza Soleimani , Patrick Philippart , Jonathan Brauner

Evaluation du KU-F40 en Belgique

Table 1. Samples and parasites included

Samples included		
	N	Percentage
Negative	187	70%
Positive	80	30%
1 parasite	61	23%
2 or more parasites	20	7%
Samples with fixative	247	93%
Fresh samples	20	7%
Total	267	100%
Parasites included		
	N	Percentage
Protozoans	75	68%
Blastocystis hominis	15	14%
Cyclospora cayetanensis	2	2%
Endolimax nana	2	2%
Entamoeba coli	16	14%
Entamoeba histolytica/dispar	4	4%
Giardia duodenalis	25	23%
Other amoeba (non-pathogenic)	11	10%
Helminths	36	32%
Ancylostoma duodenale	2	2%
Ascaris lumbricoides	5	5%
Clonorchis sinensis	1	1%
Enterobius vermicularis	5	5%
Hymenolepis spp	4	4%
Schistosoma mansoni	4	4%
Strongyloides stercoralis	3	3%
Taenia spp	8	7%
Trichuris trichiura	4	4%
Total	111	100%

Key messages:

- Prometteur mais KO pour un usage en routine (Se/Sp <90%)
- Résultats faussement positifs pour *Blastocystis hominis*, *Dibothriocephalus latus* et *Strongyloides stercoralis*
- Adaptations techniques recommandées (nombre de photos prises par l'instrument) et souhaitées (équivalent d'un objectif X10)
- Upgrade des bases de données nécessaire

Table 2. Analytical performance of KU-F40

Sensitivity / specificity of KU-F40			
		Manual microscopy = reference method	
		Positive	Negative
KU-F40	Positive	60	52
	Negative	20	135
Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
75%	72%	54%	87%

Objectifs de l'évaluation



PRINCIPAL

- Analyser **PROSPECTIVEMENT** les performances du KU-F40 pour le diagnostic des parasitoses intestinales dans un laboratoire de biologie clinique universitaire

SECONDAIRES

- Évaluer les aspects pratiques de l'implémentation du KU-F40 en routine: prise en main de l'instrument et son logiciel, coût et impact écologique
- Participer à l'enrichissement de l'algorithme de détection

Methodologie: échantillonnage

PANEL DE SELLES DE COLLECTION

- 30 échantillons de collection
- Conservation 4°C - SAF
- 14 genres et 15 espèces

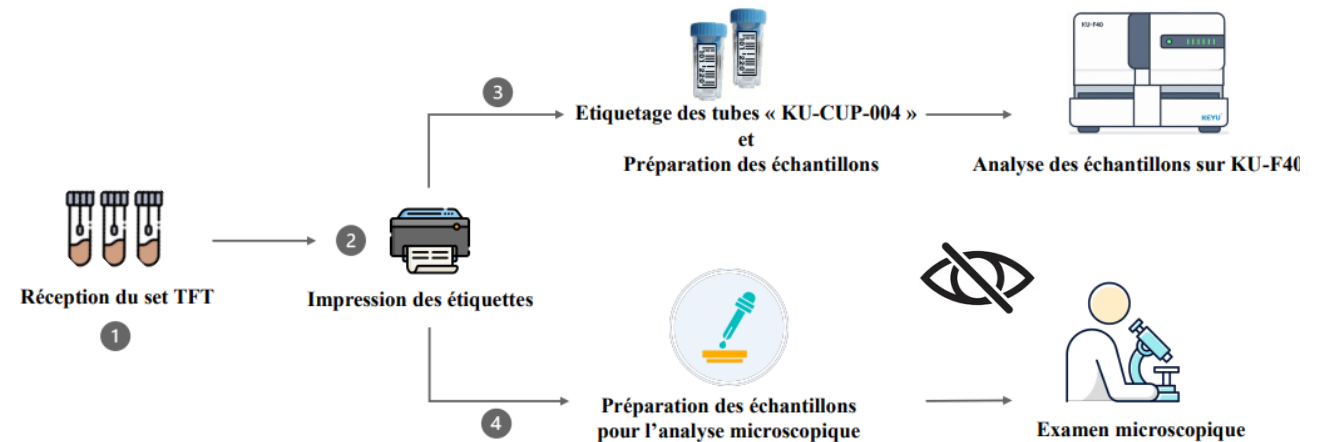
Diversité des parasites présents dans les selles de collection

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| - <i>Ascaris lumbricoïdes</i> | - <i>Enterobius vermicularis</i> |
| - <i>Blastocystis hominis</i> | - <i>Giardia intestinalis</i> |
| - <i>Cryptosporidium sp.</i> | - <i>Hymenolepis nana</i> |
| - <i>Dientamoeba fragilis</i> | - <i>Schistosoma hæmatobium</i> |
| - <i>Echinococcus granulosus</i> | - <i>Strongyloïdes stercoralis</i> |
| - <i>Endolimax nana</i> | - <i>Tænia sp.</i> |
| - <i>Entamoeba coli</i> | - <i>Trichuris trichiura</i> |
| - <i>Entamoeba hartmanii</i> | |

Methodologie: échantillonnage et flux

SETS TFT DE LA ROUTINE

- Analyse prospective
- 1 mois du 7 mars au 7 avril 2025
- Tubes 1 (SAF) et 2 (Frais)

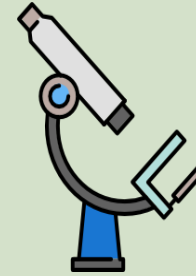


Methodologie: analyse des discordances

Observation des images ou lames par deux technologues experts indépendants



Relecture et recherche du parasite au microscope



Vérification des images
Recherche/ identification du parasite à l'écran



Eventuellement réalisation d'une nouvelle analyse

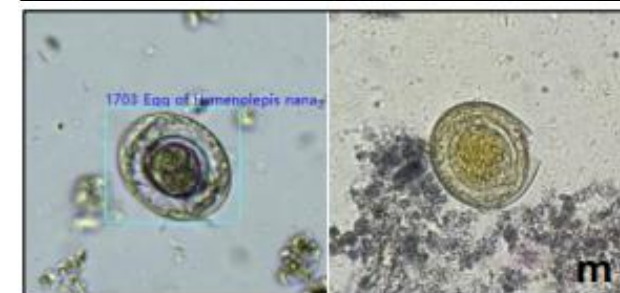
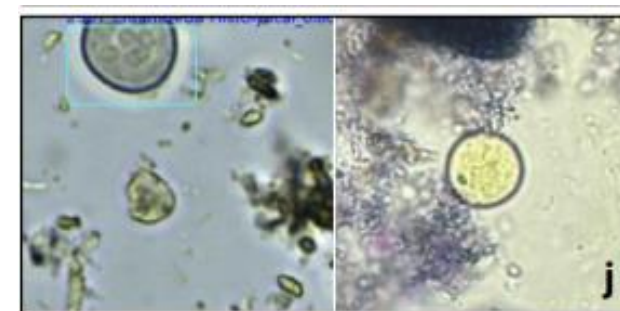


Résultats: selles de collection

Tableau 7 : résultats de l'analyse des selles de collection par l'automate KU-F40

Résultat attendu	Nombre d'échantillons contenant la cible	Résultat positif pour la cible par KEYU-F40	Résultat positif pour une autre cible par KEYU-F40 (n : nombre d'échantillons)
<i>Ascaris lumbricoides</i> (œuf)	3	3/3 (100%)	0
<i>Enterobius vermicularis</i> (œuf)	2	2/2 (100%)	0
<i>Giardia intestinalis</i> (kyste et trophozoite)	3	3/3 (100%)	0
<i>Taenia sp</i> (œuf)	1	1/1 (100%)	0
<i>Trichuris trichiura</i> (œuf)	1	1/1 (100%)	0
<i>Strongyloides stercoralis</i> (larve)	3	2/3 (67%)	0
<i>Blastocystis hominis</i> (forme vacuolaire)	2	0/2 (0%)	0
<i>Cryptosporidium sp.</i> (oocyste)	3	0/3 (0%)	0
<i>Dientamoeba fragilis</i> (trophozoite)	1	0/1 (0%)	0
<i>Echinococcus granulosus</i> ² (crochet)	2	0/2 (0%)	0
<i>Entamoeba coli</i> (kyste et trophozoite)	3	0/3 (0%)	<i>Entamoeba histolytica</i> n=1
<i>Entamoeba hartmanni</i> (kyste)	1	0/1(0%)	0
<i>Hymenolepis nana</i> (œuf)	2	0/2 (0%)	<i>Taenia sp.</i> n=1
<i>Schistosoma haematobium</i> ³ (œuf)	1	0/1 (0%)	0
Mixte : - <i>Blastocystis hominis</i> (forme vacuolaire) - <i>Entamoeba coli</i> (kyste)	1	0/1 (0%)	0
Mixte : - <i>Endolimax nana</i> (œuf) - <i>Entamoeba coli</i> (kyste)	1	0/1 (0%)	0

- 40% de résultats concluants correspondants à 6 espèces
- 8 espèces et 2 co-infections manquées par l'instrument
- 2 erreurs de diagnostic



Résultats : analyse prospective

- 131 sets --> 262 selles analysées
- 19,8% de positivité (n=26)

	Résultats KU F40							
Résultat attendu	Résultat négatif	Ascaris	B. hominis	Mixte B. hominis+E. nana	Clonorchis sinensis	E. vermicularis	G. lamblia	Total FP KU-F40
Selle négative (n=105)	82	1	19		1	1	1	23
<i>Blastocystis hominis</i> (n=21)	12		9					
Mixte <i>B. hominis</i> + <i>E. nana</i> (n=2)				2				
<i>Dientamoeba fragilis</i> (n=1)	1							
<i>Entamoeba coli</i> (n=1)	1							
<i>Giardia lamblia</i> (n=1)							1	
Total FN KU-F40	14							

Paramètres	%
Se	46
Sp	78
VPP	34
VPN	85

Résultats : analyse prospective

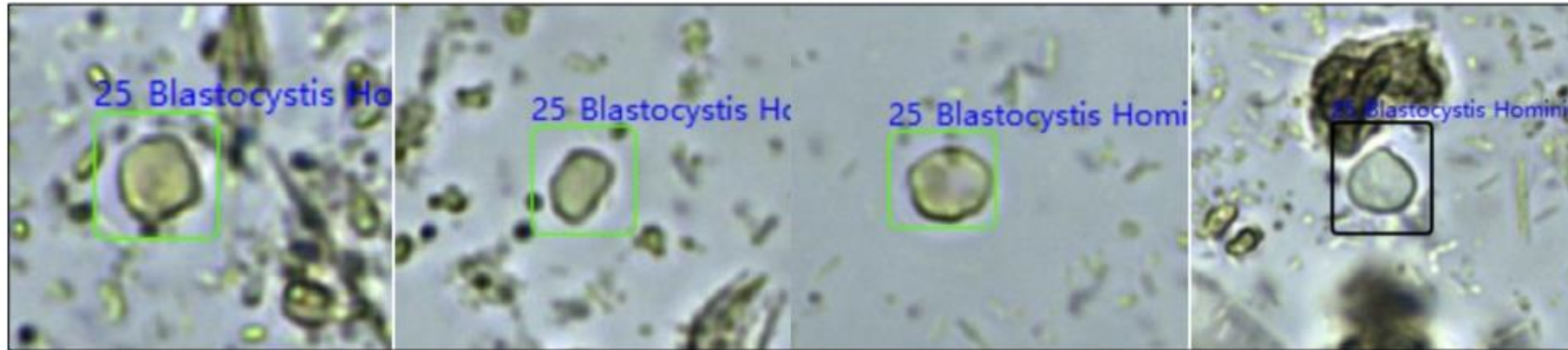


Figure 8 : exemples d'images de faux positifs de *Blastocystis hominis* issus de l'automate

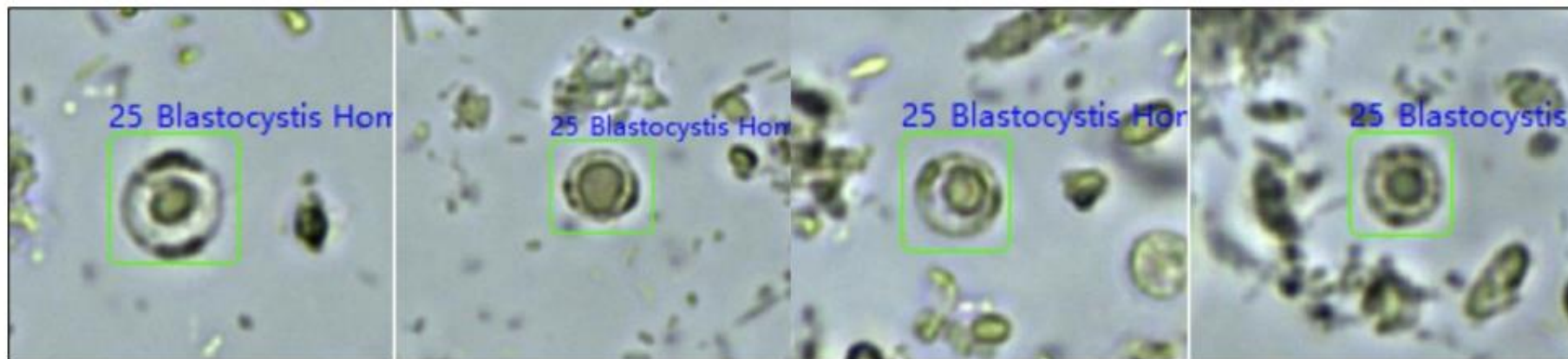


Figure 9 : exemples d'images de *Blastocystis hominis* manqués par l'automate

Aspects pratiques



	Microscopie conventionnelle	Automate KEYU-F40
Coût du matériel / set	2,137 €	16,61 €
Temps technique moyen / set	12 minutes	3 minutes
Coût du personnel / set	9 €	2,25 €
Coût total / set	11,137 €	18,86 €



- Apprécié pour la préparation simple des échantillons, entretien facile, interface intuitive, possibilité de mesurer facilement les parasites
- Insatisfaction générale : **netteté insuffisante** des images numériques



- L'automate génère moins de déchets solides que la méthode traditionnelle
- Le traitement d'un set TFT par l'approche automatisée \Rightarrow émission de 18,3 g de CO₂

Conclusion & perspectives

- Performances analytiques
 - Diminution significative du temps technique et des TATs
 - VPN à améliorer pour envisager une mise en routine
 - Bases de données à développer
 - En attente des Ag Crypto et Giardia
- Aspects pratiques
 - Intuitif et ne requérant pas d'expertise particulière (!!! validation des images!)
 - Amélioration attendues sur la digitalisation des images (et objectif x10)
 - Analyse financière à réaliser à la lumière des réorganisations de postes
- Machine learning ?
- Etudes complémentaires plus larges requises

Apport de l'IA dans la lutte contre les infections parasitaires

Potentials and challenges in artificial intelligence implementation for parasitic disease control.

