

**THÈSE
POUR LE DIPLOME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

**Soutenue publiquement le 31 octobre 2025
Par Mme DEFOSSEZ Alizé**

**ÉVALUATION D'UN NOUVEAU PANEL SYNDROMIQUE (STI,
VIVALYTIC BOSCH®) DANS LE DIAGNOSTIC DES INFECTIONS
SEXUELLEMENT TRANSMISSIBLES BACTÉRIENNES**

Membres du jury :

Président : Monsieur le Professeur Benoît FOLIGNE, Professeur des
Universités, Faculté de Pharmacie de Lille

Directrice : Madame le Docteur Claire DUPLOYEZ, PH, CHU de Lille

Assesseeurs : Madame le Docteur Caroline LOIEZ, PH, CHU de Lille
Madame le Docteur Amélie LESUEUR, PH, CH de Saint Philibert
Monsieur le Docteur Antoine MEHEUT, PH, CH de Valenciennes

Université de Lille

Président
Premier Vice-président
Vice-présidente Formation
Vice-président Recherche
Vice-président Ressources Humaine
Directrice Générale des Services

Régis BORDET
Bertrand DÉCAUDIN
Corinne ROBACZEWSKI
Olivier COLOT
Jean-Philippe TRICOIT
Anne-Valérie CHIRIS-FABRE

UFR3S

Doyen
Premier Vice-Doyen, Vice-Doyen RH, SI et Qualité
Vice-Doyenne Recherche
Vice-Doyen Finances et Patrimoine
Vice-Doyen International
Vice-Doyen Coordination pluriprofessionnelle et Formations sanitaires
Vice-Doyenne Formation tout au long de la vie
Vice-Doyen Territoire-Partenariats
Vice-Doyen Santé numérique et Communication
Vice-Doyenne Vie de Campus
Vice-Doyen étudiant

Dominique LACROIX
Hervé HUBERT
Karine FAURE
Emmanuelle LIPKA
Vincent DERAMECOURT
Sébastien D'HARANCY
Caroline LANIER
Thomas MORGENROTH
Vincent SOBANSKI
Anne-Laure BARBOTIN
Victor HELENA

Faculté de Pharmacie

Vice - Doyen
Premier Assesseur et
Assesseur à la Santé et à l'Accompagnement
Assesseur à la Vie de la Faculté et
Assesseur aux Ressources et Personnels
Responsable de l'Administration et du Pilotage
Représentant étudiant
Chargé de mission 1er cycle
Chargée de mission 2eme cycle
Chargé de mission Accompagnement et Formation à la Recherche
Chargé de mission Relations Internationales
Chargée de Mission Qualité
Chargé de mission dossier HCERES

Pascal ODOU

Anne GARAT

Emmanuelle LIPKA
Cyrille PORTA
Honoré GUISE
Philippe GERVOIS
Héloïse HENRY
Nicolas WILLAND
Christophe FURMAN
Marie-Françoise ODOU
Réjane LESTREL

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers (PU-PH)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	ALLORGE	Delphine	Toxicologie et Santé publique	81
M.	BROUSSEAU	Thierry	Biochimie	82
M.	DÉCAUDIN	Bertrand	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
M.	DINE	Thierry	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DUPONT-PRADO	Annabelle	Hématologie	82
Mme	GOFFARD	Anne	Bactériologie - Virologie	82
M.	GRESSIER	Bernard	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	ODOU	Pascal	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	POULAIN	Stéphanie	Hématologie	82
M.	SIMON	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	STAELS	Bart	Biologie cellulaire	82

Professeurs des Universités (PU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	ALIOUAT	El Moukhtar	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	ALIOUAT	Cécile-Marie	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	AZAROUAL	Nathalie	Biophysique - RMN	85
M.	BERLARBI	Karim	Physiologie	86
M.	BERTIN	Benjamin	Immunologie	87
M.	BLANCHEMAIN	Nicolas	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	CARNOY	Christophe	Immunologie	87
M.	CAZIN	Jean-Louis	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	CUNY	Damien	Sciences végétales et fongiques	87
Mme	DELBAERE	Stéphanie	Biophysique - RMN	85
Mme	DEPREZ	Rebecca	Chimie thérapeutique	86

M.	DEPREZ	Benoît	Chimie bio inorganique	85
Mme	DUMONT	Julie	Biologie cellulaire	87
M.	ELATI	Mohamed	Biomathématiques	27
M.	FOLIGNÉ	Benoît	Bactériologie - Virologie	87
Mme	FOULON	Catherine	Chimie analytique	85
M.	GARÇON	Guillaume	Toxicologie et Santé publique	86
M.	GOOSSENS	Jean-François	Chimie analytique	85
M.	HENNEBELLE	Thierry	Pharmacognosie	86
M.	LEBEGUE	Nicolas	Chimie thérapeutique	86
M.	LEMDANI	Mohamed	Biomathématiques	26
Mme	LESTAVEL	Sophie	Biologie cellulaire	87
Mme	LESTRELIN	Réjane	Biologie cellulaire	87
Mme	LIPKA	Emmanuelle	Chimie analytique	85
Mme	MELNYK	Patricia	Chimie physique	85
M.	MILLET	Régis	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	MOREAU	Pierre-Arthur	Sciences végétales et fongiques	87
Mme	MUHR-TAILLEUX	Anne	Biochimie	87
Mme	PERROY	Anne-Catherine	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	RIVIÈRE	Céline	Pharmacognosie	86
Mme	ROMOND	Marie-Bénédicte	Bactériologie - Virologie	87
Mme	SAHPAZ	Sevser	Pharmacognosie	86
M.	SERGHERAERT	Éric	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	SIEPMANN	Juergen	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	SIEPMANN	Florence	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	WILLAND	Nicolas	Chimie organique	86

Maîtres de Conférences - Praticiens Hospitaliers (MCU-PH)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	CUVELIER	Élodie	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DANEL	Cécile	Chimie analytique	85
Mme	DEMARET	Julie	Immunologie	82
Mme	GARAT	Anne	Toxicologie et Santé publique	81
Mme	GENAY	Stéphanie	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
Mme	GILLIOT	Sixtine	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
M.	GRZYCH	Guillaume	Biochimie	82
Mme	HENRY	Héloïse	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
M.	LANNOY	Damien	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	MASSE	Morgane	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
Mme	ODOU	Marie-Françoise	Bactériologie - Virologie	82

Maîtres de Conférences des Universités (MCU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	ANTHÉRIEU	Sébastien	Toxicologie et Santé publique	86
M.	BANTUBUNGI-BLUM	Kadiombo	Biologie cellulaire	87
M.	BERTHET	Jérôme	Biophysique - RMN	85
M	BEDART	Corentin	ICPAL	86
M.	BOCHU	Christophe	Biophysique - RMN	85
M.	BORDAGE	Simon	Pharmacognosie	86
M.	BOSC	Damien	Chimie thérapeutique	86
Mme	BOU KARROUM	Nour	Chimie bioinorganique	
M.	BRIAND	Olivier	Biochimie	87
Mme	CARON-HOUDE	Sandrine	Biologie cellulaire	87
Mme	CARRIÉ	Hélène	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
Mme	CHABÉ	Magali	Parasitologie - Biologie animale	87

Mme	CHARTON	Julie	Chimie organique	86
M.	CHEVALIER	Dany	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	DEMANCHE	Christine	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	DEMARQUILLY	Catherine	Biomathématiques	85
M.	DHIFLI	Wajdi	Biomathématiques	27
M.	EL BAKALI	Jamal	Chimie thérapeutique	86
M.	FARCE	Amaury	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	FLIPO	Marion	Chimie organique	86
M.	FRULEUX	Alexandre	Sciences végétales et fongiques	
M.	FURMAN	Christophe	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	GERVOIS	Philippe	Biochimie	87
Mme	GOOSSENS	Laurence	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
Mme	GRAVE	Béatrice	Toxicologie et Santé publique	86
M.	HAMONIER	Julien	Biomathématiques	26
Mme	HAMOUDI-BEN YELLES	Chérifa-Mounira	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	HANNOTHIAUX	Marie-Hélène	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	HELLEBOID	Audrey	Physiologie	86
M.	HERMANN	Emmanuel	Immunologie	87
M.	KAMBIA KPAKPAGA	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	KARROUT	Younes	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	LALLOYER	Fanny	Biochimie	87
Mme	LECOEUR	Marie	Chimie analytique	85
Mme	LEHMANN	Hélène	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	LELEU	Natascha	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	LIBERELLE	Maxime	Biophysique - RMN	
Mme	LOINGEVILLE	Florence	Biomathématiques	26
Mme	MARTIN	Françoise	Physiologie	86
M.	MARTIN MENA	Anthony	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	

M.	MENETREY	Quentin	Bactériologie - Virologie	87
M.	MORGENROTH	Thomas	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	MUSCHERT	Susanne	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	NIKASINOVIC	Lydia	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	PINÇON	Claire	Biomathématiques	85
M.	PIVA	Frank	Biochimie	85
Mme	PLATEL	Anne	Toxicologie et Santé publique	86
M.	POURCET	Benoît	Biochimie	87
M.	RAVAUX	Pierre	Biomathématiques / Innovations pédagogiques	85
Mme	RAVEZ	Séverine	Chimie thérapeutique	86
Mme	ROGEL	Anne	Immunologie	
M.	ROSA	Mickaël	Hématologie	87
M.	ROUMY	Vincent	Pharmacognosie	86
Mme	SEBTI	Yasmine	Biochimie	87
Mme	SINGER	Elisabeth	Bactériologie - Virologie	87
Mme	STANDAERT	Annie	Parasitologie - Biologie animale	87
M.	TAGZIRT	Madjid	Hématologie	87
M.	VILLEMAGNE	Baptiste	Chimie organique	86
M.	WELTI	Stéphane	Sciences végétales et fongiques	87
M.	YOUS	Saïd	Chimie thérapeutique	86
M.	ZITOUNI	Djamel	Biomathématiques	85

Professeurs certifiés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	FAUQUANT	Soline	Anglais
M.	HUGES	Dominique	Anglais
Mme	KUBIK	Laurence	Anglais
M.	OSTYN	Gaël	Anglais

Professeurs Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	BAILLY	Christian	ICPAL	86
M.	DAO PHAN	Haï Pascal	Chimie thérapeutique	86
M.	DHANANI	Alban	Droit et Economie pharmaceutique	86

Maîtres de Conférences Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M	AYED	Elya	Pharmacie officinale	
M.	COUSEIN	Etienne	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
Mme	CUCCHI	Malgorzata	Biomathématiques	85
Mme	DANICOURT	Frédérique	Pharmacie officinale	
Mme	DUPIRE	Fanny	Pharmacie officinale	
M.	DUFOSSEZ	François	Biomathématiques	85
M.	FRIMAT	Bruno	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	85
Mme	GEILER	Isabelle	Pharmacie officinale	
M.	GILLOT	François	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	MITOUMBA	Fabrice	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	86
M.	PELLETIER	Franck	Droit et Economie pharmaceutique	86
M	POTHIER	Jean-Claude	Pharmacie officinale	
Mme	ROGNON	Carole	Pharmacie officinale	

Assistants Hospitalo-Universitaire (AHU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	BOUDRY	Augustin	Biomathématiques	
Mme	DERAMOUDT	Laure	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
M.	GISH	Alexandr	Toxicologie et Santé publique	
Mme	NEGRIER	Laura	Chimie analytique	

Hospitalo-Universitaire (PHU)

	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	DESVAGES	Maximilien	Hématologie	
Mme	LENSKI	Marie	Toxicologie et Santé publique	

Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherche (ATER)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	BERNARD	Lucie	Physiologie	
Mme	BARBIER	Emeline	Toxicologie	
Mme	COMPAGNE	Nina	Chimie Organique	
Mme	COULON	Audrey	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
M.	DUFOSSEZ	Robin	Chimie physique	
Mme	FERRY	Lise	Biochimie	
M	HASYEOUI	Mohamed	Chimie Organique	
Mme	HENRY	Doriane	Biochimie	
Mme	KOUAGOU	Yolène	Sciences végétales et fongiques	
M	LAURENT	Arthur	Chimie-Physique	
M.	MACKIN MOHAMOUR	Synthia	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
Mme	RAAB	Sadia	Physiologie	

Enseignant contractuel

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	DELOBEAU	Iris	Pharmacie officinale
M	RIVART	Simon	Pharmacie officinale
Mme	SERGEANT	Sophie	Pharmacie officinale
M.	ZANETTI	Sébastien	Biomathématiques

LRU / MAST

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	FRAPPE	Jade	Pharmacie officinale
M	LATRON-FREMEAU	Pierre-Manuel	Pharmacie officinale
M.	MASCAUT	Daniel	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique

UFR3S-Pharmacie

3 Rue du Professeur Laguesse – 59000 Lille

+33 (0)3 20 96 40 40

<https://pharmacie.univ-lille.fr>

L'Université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses ; celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Remerciements

A mon président de jury,

Monsieur le Professeur Benoît FOLIGNE

Professeur des Universités, Faculté de Pharmacie de Lille

L'honneur que vous me faites en présidant ce jury et en examinant cette thèse m'est précieux. Je vous adresse mes remerciements pour l'intérêt porté à ce travail et vous assure de ma haute considération.

A mes assesseurs,

Madame le Docteur Caroline LOIEZ

Praticien hospitalier

Service de Bactériologie – CHU de Lille

Je te remercie pour le suivi attentif et structuré que tu as assuré avec Claire. Ta rigueur et clarté de tes retours ont été utiles à l'avancée de ce travail.

Madame le Docteur Amélie LESUEUR

Praticien hospitalier

Service de Microbiologie – CH de Saint Philibert

Merci d'avoir accepté avec enthousiasme de rejoindre mon jury, ta présence compte beaucoup. Je suis particulièrement honorée que ma thèse soit la première à laquelle tu participes, et j'espère que ce sera le début d'une belle série.

Monsieur le Docteur Antoine MEHEUT

Praticien hospitalier

Service d'Infectiologie – CH de Valenciennes

Un grand merci pour ta présence comme membre du jury. Ton œil d'infectiologue, à la fois précis et bienveillant, m'a beaucoup aidée. Je suis honorée d'avoir pu collaborer avec toi.

A ma directrice de thèse,

Madame le Docteur Claire DUPLOYEZ

Praticien hospitalier

Service de Bactériologie – CHU de Lille

Merci d'avoir été une directrice présente et attentive. Malgré les aléas, tu es restée disponible et tu m'as encouragée. J'ai apprécié de mener cette thèse avec toi.

A notre référente technique,

Klaudija KLESINGER

Domaine des produits diagnostics de laboratoire

Bosch Healthcare Solutions GmbH

Je tiens à vous remercier pour la mise à disposition de l'automate et des kits de test de votre entreprise, ainsi que votre accompagnement. Votre bienveillance, votre gentillesse et votre douceur ont grandement facilité la conduite de l'étude.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance,

A mon père,

Ça y est, on y est. Tu sais mieux que personne ce que nous avons traversé pour en arriver là. Je te suis profondément reconnaissante d'avoir insisté pour que je fasse des études et d'avoir toujours tout sacrifié pour que nous puissions, Opaline, Alistair, Cristallin et moi, gagner notre indépendance. Je ne te remercierai jamais assez pour tout ce que tu as fait pour nous, et pour tous ces moments partagés ensemble, remplis d'engueulades mémorables et de fous rires. Merci d'être mon père. Je t'aime de tout mon cœur mon éternel beauf préféré.

A ma mère,

Merci pour ces moments partagés, qui, même s'ils ne sont pas nombreux, restent précieux : remplis de fous rires, de vraies conversations, à profiter de la vie (surtout à la Corniche). Tu m'as appris à faire place à la gratitude et à avoir un regard plus spirituel, et je t'en remercie. Merci d'être ma mère. Je t'aime ma petite Mamoushka.

A mes frères et sœurs,

Opaline, nos disputes d'enfance ont laissé place à une vraie complicité (tmtc parler c'est plus fort que la force). Ma sœur, merci d'avoir toujours été présente pour moi. J'admire ta force, ta détermination et ta façon de ne pas te laisser faire. Je suis si fière de ce que tu es devenue. J'espère que l'avenir laissera place à de belles choses pour toi, car tu le mérites. Je t'aime fort ma sœur.

Alistair, le temps passé ensemble à Chypre, à vraiment permis de consolider nos liens (malgré les galères chypriotes...). Tu es souvent dans ton monde, mais tu me fais toujours autant rire avec tes délires complètement perchés. Un humour « simple » mais efficace. Merci d'être toi. Je suis fière de ce que tu es devenu, et de l'indépendance que tu commences à acquérir. Je t'aime fort mon frère.

Cristallin, même si la différence d'âge nous a parfois tenus à distance, je suis heureuse de te voir trouver ta voie, t'y plaire et gagner peu à peu ton indépendance. Tes histoires improbables et ton côté « opportuniste » (dans le bon sens du terme) me font mourir de rire. Merci pour ces fous rires. Aujourd'hui, en te voyant devenir (presque) adulte, je me réjouis de notre rapprochement et de la complicité qui grandit. Je suis fière de toi, Je t'aime fort mon frère.

A Simone,

Même si tu es arrivée récemment, tu fais désormais partie de la famille. Merci pour ta douceur, ta bienveillance, ta positivité et ta créativité.

A ma grand-mère,

Tu n'es pas là pour pouvoir le voir de tes propres yeux, mais je suis sûre que tu serais fière de moi. J'ai été heureuse de partager tous ces moments avec toi, des berceuses et des papouilles que tu nous faisais avant d'aller dormir, et je regrette même les nombreuses soupes que tu nous faisais que je ne voulais pas manger. Tu me manques énormément. Je t'aime.

A mon oncle,

A toi la copie conforme de mon père. Deux Olivier pour le prix d'un, le rêve. Merci d'avoir été présent pour nous. Mais je ne te remercie pas de nous avoir traumatisé avec ta boîte à crottes de nez.

A Cécilia et Donovan,

Vous n'êtes pas là depuis longtemps non plus, mais vous faites désormais partis de la famille. Merci d'être aussi sympas et agréables, et de supporter respectivement Alistair et Opaline. J'ai hâte des prochaines réunions de famille à vos côtés.

A Juliette (Ju),

Mon autre sœur. Tellement contente de t'avoir dans ma vie. On est pote depuis la première, et ça n'est pas près de s'arrêter d'aussi tôt. J'espère bien garder cette amitié toute ma vie. Merci de m'avoir rejoint à Lille, de me faire rire, de me faire vivre ta vie aléatoire, de m'écouter parler (et surtout radoter) pendant des heures, de me consoler toutes ces fois où j'ai explosé en sanglots (oupsi Bayonne et la braderie). Tu rayannes et déborde d'énergie, ce qui m'impressionnera toujours. Merci de rendre ma vie plus lumineuse chaque jour. Mais surtout, merci de me débarrasser des tomates cerises. Merci d'être là et merci d'être toi. Love you.

A Emilie,

Depuis le lycée et même à des milliers de kilomètres en Guyane, sans avoir des nouvelles tous les jours, tu gardes une place importante à mes yeux. J'ai trop hâte que tu reviennes de ton si beau voyage pour qu'on refasse des moments comme avant (des vacances à Soulac, ou ce week-end de la fête de la Musique à Lille). Ton calme, ta spontanéité et ton humour me manquent... Vivement qu'on se retrouve !!

A Anthony,

A toi mon meilleur ami. Toi qui as pris le temps de m'écouter parler pendant des heures (et inversement hein). Je ne te remercierai jamais assez d'être présent pour moi. Tu es un vrai rayon de soleil dans ma vie et celle des gens. Tu me fais rire (surtout depuis que tu as pris la grosse tête parisienne), tu es toujours de bons conseils et tes histoires me passionneront toujours autant. J'ai hâte qu'on puisse se retrouver sur Bordeaux et refaire des soirées à les Lèves-et-Thoumeyragues, à faire des sorties mobylettes et s'amuser avec ta famille. Je suis heureuse de t'avoir dans ma vie ma douce. Love you.

A Angèle,

Ma petite Gelou. Merci pour toutes ces années de PACES, de pharmacie et de fête passées à tes côtés. A toutes ces fois où j'ai dormi chez toi, en lendemain d'OB, et à soigner notre gueule de bois avec des fast-foods et de la télé réalité. Merci d'être dans ma vie, d'être aussi gentille, aussi cool et chill. Tu es une fille en or, toujours solaire. J'espère t'avoir encore longtemps parmi mes amis. Hâte qu'on se retrouve à Bordeaux un jour, pour vivre dans le même quartier et faire des apéros. Love you.

A Gaëlle,

Quelle galère cette année de préparation de l'internat sérieux. Mais on s'est serré les coudes, on a tenu et maintenant regarde où nous en sommes. On peut être fière de nous. Même si ce n'était pas une période des plus agréables et des plus faciles, notre amitié a survécu et elle est d'autant plus forte. Merci d'être mon amie, merci de prendre le temps de m'écouter toi aussi, d'être aussi spontanée et marrante, et d'être toujours présente malgré la distance (qui n'est pas énorme finalement). J'espère qu'on pourra se retrouver comme avant rapidement pour se refaire des sorties aux caves à Pessac et des matchs de l'UBB (avec la bodega of course).

A Clara,

« *Il faut sachez que* » (comme dirait une grande icône de la télé), si tu ne t'étais pas retournée ce premier jour de stage, pendant ce cours interminable après 9 mois de chômage, les choses n'auraient pas été pareilles. Que serions-nous devenues ? Tu es l'une de mes plus belles rencontres ici. Une amitié que j'espère bien garder après l'internat. Merci pour ces moments passés à Lille Sud, Marseille, Cologne, à Saint Brévin et j'en passe, à rire aux larmes pour rien. J'admire ton côté où tu sais ce que tu veux dans la vie, et tu l'obtiens. Tu as toujours été de bons conseils, qui m'ont beaucoup aidé à avancer. Merci pour tous ces mêmes envoyés sur la taverne, sur l'homme confiant qui marchait « confiamment », sur Montoya, les punaises de lits et plein d'autres. A très vite pour de nouvelles trends et de nouveaux fous rires. Love you.

A Juliette (Juju),

A toi ma Juju, arrivée juste après Clara, pile à temps pour qu'on forme notre petit trio rebelle « Totally desco » (you know). Merci pour ton peps, et d'être là autant dans les hauts que dans les bas. A nos virées shopping où aucune de nous n'est raisonnable et rattrape l'autre (après tout on le mérite non ?). A nos soirées pizzas et dramas que j'adore. Je suis tellement reconnaissante de t'avoir rencontrée, et j'espère qu'on gardera le lien quand je partirai (et qui sait, peut-être qu'on se retrouvera ensemble à l'autre bout du monde ?). Love you.

A Noémie,

Ma bestie besta. Sans toi mon 2^e stage de bactériologie n'aurait pas été pareil. Merci d'avoir fait filer les heures en me faisant rire, et d'avoir autant ragé (on taira les noms). Je suis si heureuse de t'avoir à mes côtés à Lille et j'espère que ça durera longtemps. Ce que j'aime chez toi c'est ta détermination et ton franc-parler (prête à tout pour obtenir ce que tu veux (coucou les archives)), mais derrière cette énergie se cache une personne d'une grande douceur et d'une vraie bienveillance, toujours présente pour ses amis. On se retrouve vite autour d'une bière pour se raconter la suite. Love you.

A mes amis du lycée,

A Lucie, Oscar, Clara, Paul, Ulysse, Anna, Thelma, Martin, Malo et Nicolas. Même si nos chemins se croisent moins aujourd'hui, je n'aurais pu espérer d'aussi belles et agréables années lycée sans vous. Nos fous rires, nos étés partagés et votre amitié ont laissé une empreinte sur mon parcours jusque dans cette thèse. Merci d'avoir marqué ma route.

A mes Chouchous pharmaciennes,

A Emma A, Emma B, Coco, Jeanne, Claire et Marie, sans oublier Angèle et Gaëlle. Merci pour ces années de pharmacie vécues à vos côtés. Aux OB, aux soirées Two Much, en passant par le week-end ski (à ces dix euros qui se sont fait la malle...), les galas, la BU en gueule de bois, et les partiels du confinement... On aura partagé de grands fous rires. Aujourd'hui, je suis fière de voir que nous sommes devenues de bonnes pharmaciennes. Et comme l'a si bien résumé l'une d'entre nous à propos de notre promotion : « *nous sommes toutes des Blair Waldorf, et eux tous des Vanessa* ». Merci d'avoir marqué mon parcours et de l'avoir rendu inoubliable.

A mes autres amis de fac,

Océane, je suis contente qu'on se soit rencontrée et qu'on ait réussi à créer une vraie amitié malgré le contexte particulier de la PACES. Je suis ravie de voir qu'après toutes ces années et la distance, nous soyons toujours amies, et j'ai hâte de revenir sur Bordeaux pour pouvoir se refaire des rendez-vous « mise à jour » de nos vies au Central Pub avec une pinte de Carlsberg et du saucisson. Bisous !!

Clément, mon amour impossible. Tu es une de mes super rencontres de fac. J'ai été très heureuse de partager tous ces TP (et de copier les réponses sur Adrien et toi), et ces soirées démolition avec toi. Je suis toujours très contente d'avoir de tes nouvelles et de te voir. On se revoit vite à Bordeaux pour un match de l'UBB (en espérant moins porter la poisse). PS : j'ai toujours l'espoir qu'on se marie un jour.

Et à tous ceux que j'ai pu croiser sur ma route. Merci pour ces belles années de fac, remplies de fous rires, de dramas et de plot twists. Ces années resteront les plus funs de ma vie.

Aux pharmacies Terres-Neuves et Fontaudin,

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Raphaël, Alex, Nadia, Hevine, Benoît, Mathilde et Marjorie, de la pharmacie Terres-Neuves, ainsi qu'à Marion et Hanae de la pharmacie de Fontaudin. Au-delà d'un cadre de travail stimulant, vous m'avez transmis vos astuces avec une patience sans faille, m'avez accordé votre confiance dès le premier jour et avez su parsemer chaque journée d'une dose de complicité et de rires. Chaque conseil partagé, chaque coup de main spontané, chaque fou rire entre deux clients m'a fait grandir, professionnellement ainsi qu'humainement. Votre bienveillance et votre énergie resteront pour moi une référence. Merci d'avoir cru en moi et d'avoir transformé ces expériences en souvenirs précieux.

Au Laboratoire de Biochimie du CH de Lens,

A Alain, Stéphanie, Manuela, Rihab et à toute l'équipe de techniciens du laboratoire de biochimie. Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance. Votre disponibilité, vos conseils et le temps consacré à partager votre savoir ont fait de mes premiers pas d'interne une expérience précieuse.

Rihab, tu as été ma première « co-interne », dont le soutien attentif m'a guidée dès le début. Les pauses déjeuner passées dans le bureau de Manuela, à échanger et rire ensemble, demeureront parmi mes souvenirs les plus chaleureux. Merci à chacun d'entre vous pour votre bienveillance et pour l'élan que vous avez donné à mon parcours.

Au Laboratoire de Bactériologie du CHU de Lille,

Aux biologistes : Rémi, Marie, Claire, Caroline et Frédéric. Merci pour votre aide, et merci Claire et Caroline de m'avoir proposé ce sujet de thèse.

Aux techniciens de bactériologie : Sylvain, Romain, Ramdane, Walid, JM, William, Julie, Karl, Aude-Marie, Camille, Kathy, Samy, Nadia, Clément... Merci. Sans vous, je n'aurais pas mesuré à quel point la bactériologie me plaît. Toujours disponibles pour m'expliquer, montrer et transmettre, vous avez donné à ce stage une dimension unique. Je vous suis profondément reconnaissante pour le temps et l'attention que m'avez consacrés. Je ne vous remercierai jamais assez.

Aux techniciens de biologie moléculaire : Joanna, Céline, Laure et Théo. Merci pour votre aide précieuse pour ma thèse. J'ai apprécié passer des moments avec vous et en apprendre davantage sur la biomol. Petite mention spéciale à Joanna avec qui on a bien rigolé et bien matché. J'espère te recroiser rapidement dans les couloirs du 3^e.

A mes co-internes : Nicolas L, Mehdi, Lotfi, Luc et Noémie.

Nicolas L, merci d'avoir bien voulu partager ton savoir d'infectiologue avec nous tous (surtout moi puisque les autres n'en avaient rien à faire lol). Et je rirai toujours autant de ce fameux moment de solitude sous la hotte à savoir qui est « sous le contrôle » de qui.

Lotfi, j'aurais quand même bien rigolé à tes côtés, surtout dans ta salle d'éveil entourée d'expériences et de débats lunaires entre Mehdi et toi.

Luc, toi l'athlète aux gros bibis, merci pour ces moments passés ensemble : à vapoter malgré les températures négatives, les fous rires (surtout lorsque tu te transformes en caméléon). J'espère en vivre plein d'autres.

Au Laboratoire d'Hématologie du CHU de Lille,

Aux biologistes et aux techniciens du laboratoire, et plus encore à mes co-internes Perrine, Julien, Fabien, Mehdi, Erwan, Estelle et Valentin, je souhaite adresser mes plus sincères remerciements. Ce stage n'aurait pas la même saveur sans vous, et j'ai eu la chance de vraiment vous découvrir durant ces mois partagés.

Perrine, ton écoute attentive, tes conseils avisés et ta bonne humeur constante ont été une bouffée d'air frais pour moi.

Julien, sous ta réserve apparente, tes irrésistibles (et si fréquentes) râleries ont égayé nos journées, merci pour ces éclats de rire.

Fabien, j'ai admiré ton sens de l'équité, ta bienveillance et l'énergie motivante que tu insuffles à ceux qui travaillent avec toi, peu importe le domaine.

Mehdi, ta bonne humeur contagieuse et l'enthousiasme avec lequel tu m'as encouragée à postuler à l'inter-CHU de Tahiti m'ont donné l'audace de franchir le pas, merci de m'avoir ouvert cette porte.

Erwan, Estelle et Valentin, votre soutien et votre enthousiasme ont rendu chaque journée plus légère et stimulante.

Au Laboratoire de Microbiologie du CH de Valenciennes,

Aux biologistes : Gisèle, Edith, Frédérique, Tristan, Félix, Maxime, Manica et Tasnim, je vous remercie sincèrement d'avoir pris le temps de partager votre savoir avec une bienveillance constante. Les moments passés à vos côtés ont été aussi enrichissants qu'agréables. Merci à toi également Céline pour ta bonne humeur, ta sympathie et ton soutien.

Aux techniciens du laboratoire, merci d'avoir mis votre expertise, et vos bras, au service de la science, toujours dans une atmosphère chaleureuse et conviviale.

Enfin à mes co-internes Yanet, Thomas, Léo, Amine, Jojo et Laura :

Yanet, la girly, merci pour nos discussions dans le train, pour nos éclats de rire (remember Jojo en direction de Cambrai) et potins partagés ensemble. Hâte de partager à nouveau un stage avec toi.

Thomas, même si le statut de « Docteur Junior » t'a valu de prendre la grosse tête, j'ai vraiment apprécié ton aide et les fous rires qui ont rythmé nos journées.

Léo, ma vie, tes conseils avisés et ton sens de la répartie (sans oublier le flot inépuisable de vidéos) ont été une vraie source de bonne humeur.

Amine, ton humour inépuisable, ta gentillesse et ta bienveillance m'ont énormément portée. Je ne pouvais décidément plus me passer de toi et je suis heureuse d'avoir traversé cette étape avec toi.

Jojo, ta bienveillance discrète a été un soutien permanent et apprécié.

A l'Institut Louis Malardé,

A toute l'équipe du LABM, un grand merci pour votre accueil et votre gentillesse.

Une mention particulière aux biologistes **Raphaëlle**, **Maëlia**, **Gauthier** et **Anne-Elise**. Merci de m'avoir offert la chance de travailler à l'ILM à vos côtés, de m'avoir autant appris, fait confiance et responsabilisée davantage. Vous m'avez fait découvrir une autre facette de la biologie médicale que j'apprécie beaucoup. J'ai adoré travailler avec vous : des biologistes simples et accessibles, sans hiérarchie qui pèse, avec qui on peut débattre, rire et poser des questions en toute liberté. Et pour ça : merci beaucoup.

Mention spéciale également à **Véro**, et surtout à **Coco**, avec qui j'ai passé beaucoup de temps. Merci pour ces pauses cigarettes où l'on parlait de tout et de rien, pour ton écoute. J'ai vraiment apprécié ces instants à tes côtés.

J'espère avoir l'occasion de vous revoir tous très bientôt. Merci pour tout !

Aux fins gourmets,

A **Emeline, Nicolas N, Ramzi**, mais aussi Juju, Julien, Perrine et Fabien, vous la team des bonnes adresses et des fous rires ! Des restaurants à découvrir, jeux de sociétés, activités... chaque fois on se tape des barres et on profite de moments simples que j'affectionne vraiment. Merci pour tout ça et pour la suite !!

A tous les autres que j'ai pu croiser durant mon Internat,

Nolan, à toi que j'adore, l'une de mes plus chouette rencontre ici. Toujours présent pour m'écouter et me donner de bons conseils. J'aime nos moments à rigoler et bitcher. J'espère qu'il y en aura encore plein d'autres ! Merci d'être là.

Anne-Claire, la douceur incarnée. Ta gentillesse, ta simplicité et cette petite candeur qui te rendent unique me touchent énormément. Merci pour ces moments partagés au hammam, restos, à Nice et j'en passe. Je n'ai pas encore bien rencontré Anne-Sombre (lol), mais je suis contente d'être amie avec Anne-Claire.

Charlotte et Pauline, merci pour ces moments passés ensemble et ces rires partagés. J'ai vraiment apprécié le temps passés avec vous.

A Ronny, Denys, Chloë, Appoline, Juliette, Joan B... Votre compagnie lors des gardes, ainsi que ces pauses déjeuners interminables, enrichies de discussions animées et de parties de baby-foot, ont apporté une convivialité précieuse à mon Internat. Ces instants partagés resteront gravés dans ma mémoire.

A ma team de soutien : Charles, Hortense, Alexis, Tristan, Gaspard, Pierre et Théa. Votre aide m'a été tellement précieuse durant tout le processus. Vous avez été présents à chaque instant, sans jamais émettre de jugement, et pour ça je ne vous remercierai jamais assez.

A tout ceux que j'ai rencontré à Tahiti,

Une mention toute particulière à mes coloc. La vie en coloc était une première pour moi, et quelle expérience à vos côtés (surtout le premier mois rempli de galères...). J'ai adoré vivre ces 6 mois à vos côtés et suis tellement reconnaissante d'avoir pu vous rencontrer.

Albane, tu es teeeeeeeeeellement chou. Tu es sans doute la fille la plus douce, bienveillante et à l'écoute que je connaisse. On a partagé des moments incroyables, que ce soit entre filles à Huahine, ou sur le catamaran dans les Tuamotu, où on a clairement vécu des expériences de zinzins (on peut dire les termes). Merci pour ta présence, ton énergie positive et pour tous ces souvenirs qui resteront gravés.

Romain, j'ai adoré nos débats interminables autour de bières et de 1,5 kg de pistaches, nos sessions surf et surtout la découverte ultime : la joue de saumon des dieux. Tu es une personne à la fois intéressante et intéressée, ça rend nos échanges vivants et authentiques. Merci pour ces moments uniques, pour ton enthousiasme et d'avoir été avec Albane mon papa et ma maman dans cette aventure.

Camille, merci pour tout, car sans toi, quelque part nous ne nous serions peut-être jamais croisés. Merci d'avoir été moteur et (un bon) carré dans bon nombre de nos activités car grâce à toi on a pu vivre de chouettes moments tous ensemble. PS : j'espère que tu remettras un jour de ce fameux jour où la poste de Puna était fermée...

Emma, ma b de belle, que dire. Le meilleur pour la fin. Je t'ai vraiment découverte lors de ce séjour. Quelle agréable surprise. Je ne pensais pas que ça matcherait autant et aussi vite. Je me suis vraiment fait une amie que j'espère garder longtemps. Merci de m'avoir fait autant rire, merci pour ces moments de bon rond que tu es (tous tes oublis chez Dive and Sea, ta roue dans le fossé, et j'en passe), et surtout merci de m'avoir écouté parler et pleurer (TMTTC). Tu m'as toujours soutenue et aidé, et pour ça je ne te remercierai jamais assez pour le temps que tu as pris pour moi. Merci bestie, love you.

Merci à tous ceux que j'ai pu croiser lors de mon séjour. Ça aura été les plus beaux mois de ma vie. Nos chemins se sont croisés pour une bonne raison. Vous m'avez permis d'avoir une vision différente des choses et de m'éclairer un peu plus sur l'avenir que je me souhaite. Et pour ça **Maururu roa <3**.

Table des matières

Introduction	29
Infections sexuellement transmissibles	29
Définitions	29
Symptômes et pathogènes	30
Un problème majeur de Santé Publique	32
Epidémiologie	37
Mondiale	37
En France	38
Méthodes diagnostiques des IST bactériennes	40
Bactériologie conventionnelle	40
Biologie moléculaire	43
Tests immunologiques	45
Traitements des IST bactériennes	49
L'automate Vivalytic (Bosch®)	51
Principe de l'automate Vivalytic	51
Panel « Sexually Transmitted Infections » (STI)	52
Objectif.....	55
Matériel et méthode.....	55
Résultats	57
Discussion	63
Références bibliographiques	66

Liste des tableaux

Tableau 1. Symptômes et complications provoqués par les différents pathogènes responsables d'IST.....	36
Tableau 2. Données épidémiologiques mondiales des IST bactériennes.....	37
Tableau 3. Données épidémiologiques en France des IST bactériennes.....	38
Tableau 4. Aspect microscopique des différentes bactéries responsables d'IST.....	40
Tableau 5. Méthodes diagnostiques pour les différents pathogènes responsables d'IST bactériennes.....	48
Tableau 6. Sondes et longueurs d'ondes associées pour chaque mycoplasme urogénital du kit BioGX <i>Mycoplasma-Ureaplasma</i> -OSR (BioGX®) sur automate BD MAX (Becton Dickinson®).....	56
Tableau 7. Caractéristiques des 251 patients inclus dans l'étude.....	58
Tableau 8. Résultats obtenus pour <i>N. gonorrhoeae</i> avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport à ceux obtenus avec la PCR CT/NG sur cobas 4800 (Roche®).....	60
Tableau 9. Résultats obtenus pour <i>C. trachomatis</i> avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport à ceux obtenus avec la PCR CT/NG sur cobas 4800 (Roche®).....	60
Tableau 10. Résultats obtenus pour <i>M. genitalium</i> avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport à ceux obtenus avec le kit BioGX <i>Mycoplasma-Ureaplasma</i> -OSR (BioGX®) sur BD MAX (Becton Dickinson®).....	61
Tableau 11. Résultats obtenus pour <i>M. hominis</i> avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport à ceux obtenus avec le kit BioGX <i>Mycoplasma-Ureaplasma</i> -OSR (BioGX®) sur BD MAX (Becton Dickinson®).....	61
Tableau 12. Résultats obtenus pour <i>U. urealyticum</i> avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport au kit BioGX <i>Mycoplasma-Ureaplasma</i> -OSR (BioGX®) sur BD MAX (Becton Dickinson®).....	62

Liste des figures

Figure 1. Automate Vivalytic (Bosch®).....	51
Figure 2. Cartouche STI, Vivalytic (Bosch®).....	53
Figure 3. Schéma représentant la disposition des spots des différents pathogènes sur la puce microarray du panel STI Vivalytic (Bosch®).....	53
Figure 4. Exemple d'un résultat positif obtenu avec le Vivalytic (Bosch®) pour <i>C. trachomatis</i>	54

Liste des abréviations

CeGIDD : Centre gratuit d'information, de dépistage et de diagnostic

Ct : *cycle threshold* (cycle seuil)

DPC : douleurs pelviennes chroniques

DU : dose unique

FHC : Fitz-Hugh-Curtis

FLR : Fiessinger-Leroy-Reiter

FTA : *Fluorescent Treponemal Antibody*

GEU : grossesse-extra-utérine

HPV : Papillomavirus humain

HSH : hommes ayant des relations sexuelles avec d'autres hommes

HSV-1 : *Herpes simplex virus 1*

HSV-2 : *Herpes simplex virus 2*

IGH : infection(s) génitale(s) haute(s)

IM : intramusculaire

IST : infections sexuellement transmissibles

IV : intraveineux

LGV : lymphogranulomatose vénérienne

MAP : menace d'accouchement prématuré

PCR : *Polymerase Chain Reaction*

PO : per os

RPM : rupture prématurée des membranes

RPR : *Rapide Plasma Reagin*

RT-PCR : *Real-Time PCR* (PCR en temps-réel)

Se : sensibilité

Sp : spécificité

SIDA : syndrome d'immunodéficience acquise

STI : Sexually transmitted infections

TAAN : tests d'amplification des acides nucléiques

TNT : tests non tréponémiques

TPHA : *Treponema Pallidum Hemagglutinations Assay*

TT : tests tréponémiques

UCC : unité de changement de couleur

UI : unités internationales

VDRL : *Veneral Disease Research Laboratory*

VHB : Virus de l'hépatite B

VIH : Virus de l'immunodéficience humaine

VPN : valeur prédictive négative

VPP : valeur prédictive positive

Introduction

Infections sexuellement transmissibles

Définitions

Les infections sexuellement transmissibles (IST), constituent un groupe hétérogène d'infections causées par divers pathogènes (1), dont on peut citer principalement :

- Des bactéries :
 - *Chlamydia trachomatis*
 - *Neisseria gonorrhoeae*
 - *Treponema pallidum*, agent responsable de la syphilis (tréponématose vénérienne)
 - *Haemophilus ducreyi*, agent responsable du chancre mou
 - *Mycoplasma genitalium*
- Des virus :
 - *Herpes simplex virus* de type 1 et 2 (HSV-1 et HSV-2)
 - Virus de l'immunodéficience humaine (VIH), agent responsable du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA)
 - Virus de l'hépatite B (VHB)
 - Papillomavirus humains (HPV)
- Des parasites :
 - *Trichomonas vaginalis*

D'autres bactéries, notamment *Mycoplasma hominis* et *Ureaplasma* spp. (incluant *Ureaplasma urealyticum* et *Ureaplasma parvum*), bien que non classées parmi les agents responsables d'IST, peuvent également être transmises par voie uro-génitale et provoquer des infections. Elles sont naturellement présentes dans la flore commensale uro-génitale et peuvent devenir pathogènes de manière opportuniste en cas de déséquilibre de la flore (2).

Ces agents pathogènes se transmettent principalement par contact direct au cours de rapports sexuels vaginaux, anaux, ou oraux. Certains peuvent également se transmettre par voie sanguine ou de la mère à l'enfant, que ce soit pendant la grossesse, lors de l'accouchement ou au cours de l'allaitement (1).

Étant donné que les IST touchent la sphère uro-génitale, elles entraînent généralement des symptômes génitaux. Toutefois, elles ne provoquent pas toutes de tels symptômes. À l'inverse, des symptômes génitaux peuvent être causés par des agents non responsables d'IST comme des bactéries pyogènes, des bactéries anaérobies, des *Enterobacterales*, certaines levures, ou par un déséquilibre de la flore génitale (2).

Symptômes et pathogènes

Urétrite

L'urétrite se définit comme une inflammation de l'urètre, pouvant être aiguë ou subaiguë, généralement associée à un écoulement purulent ou clair, et/ou à des signes fonctionnels urinaires tels que des brûlures mictionnelles, une dysurie ou une pollakiurie. Les principaux agents en cause sont *C. trachomatis*, suivi de *M. genitalium* et *N. gonorrhoeae*. *T. vaginalis* peut également provoquer une urétrite, mais de façon plus discrète sur le plan clinique (2). Enfin, *U. urealyticum* est susceptible d'entraîner plus rarement des urétrites. Dans ce dernier cas, le diagnostic repose sur des critères quantitatifs ($\geq 10^4$ « unité de changement de couleur » par mL (UCC/mL) dans un prélèvement urétral et $\geq 10^3$ UCC/mL dans un premier jet d'urine) et n'est envisagé qu'en l'absence d'autres agents pathogènes avérés, compte tenu du portage asymptomatique possible de ce germe (2,3).

Prostatite, épididymite et orchite

La prostatite, l'épididymite et l'orchite désignent respectivement l'inflammation de la prostate, de l'épididyme et du testicule.

En raison de leur proximité anatomique, l'épididymite et l'orchite surviennent fréquemment ensemble, bien qu'elles puissent également être observées de façon isolée (2). Sur le plan clinique, elles se manifestent le plus souvent par une douleur aiguë unilatérale et un gonflement du scrotum pouvant s'accompagner de fièvre et d'écoulements purulents.

Les germes majoritairement responsables de l'épididymite et de l'orchite sont *C. trachomatis* et *N. gonorrhoeae*, en particulier chez les patients jeunes, mais *M. genitalium* peut aussi être mis en cause (4).

Les prostatites, quant à elles, se traduisent par des symptômes urinaires fonctionnels, souvent associés à de la fièvre et des douleurs pelviennes. Elles sont essentiellement causées par des *Enterobacterales* mais des agents responsables d'IST tels que *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *T. vaginalis*, *U. urealyticum* ou *M. genitalium* peuvent être également en cause (5).

Vaginite

Les vaginites sont des infections génitales basses, qui correspondent à une réaction inflammatoire du vagin, avec présence de nombreux polynucléaires, diminution des cellules vaginales et diminution voire disparition des lactobacilles, se manifestant par la présence de leucorrhées anormales pouvant être jaune-verdâtres, abondantes et/ou malodorantes, une sensation de brûlure, des prurits, des signes fonctionnels urinaires ou encore des dyspareunies. La vaginite est principalement causée par *T. vaginalis*, mais des bactéries

comme *Staphylococcus aureus*, les *Streptococcus* spp. et certaines *Enterobacterales* peuvent aussi en être responsables (2,6).

Cervicite et salpingite

La cervicite est une infection génitale basse, marquée par une inflammation du col de l'utérus. Elle se caractérise notamment par des saignements spontanés ou provoqués et/ou par des écoulements mucopurulents (2,7). La salpingite, quant à elle, constitue une infection génitale haute (IGH) touchant les trompes de Fallope. Elle provoque des douleurs pelviennes, spontanées ou déclenchées, parfois associées à de la fièvre, ainsi qu'à d'éventuelles leucorrhées (parfois abondantes et/ou purulentes), des métrorragies, des signes fonctionnels urinaires et, dans certains cas, des troubles digestifs, des nausées et des vomissements (8). Sur le plan étiologique, les trois bactéries principales à l'origine de cervicites et/ou salpingites sont *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae* et *M. genitalium*. Le rôle d'*U. urealyticum*, *U. parvum* et *M. hominis* demeure controversé. Leur implication ne peut être retenue qu'en cas de présence avérée dans des prélèvements génitaux hauts et en l'absence d'autres pathogènes responsables (2). Enfin, *T. vaginalis* ainsi que HSV-1 et HSV-2 peuvent également être responsables de cervicites (7).

Ulcérations des muqueuses

Chez l'homme, des ulcérations génitales peuvent apparaître au niveau du gland, du sillon balanopréputial ou encore sur la verge. Chez la femme, elles se manifestent généralement sur les lèvres ou la muqueuse cervico-vaginale. Des lésions peuvent également être observées sur les muqueuses buccales ou anales. La majorité de ces ulcérations sont liées à HSV-2, bien que HSV-1 puisse également être en cause. Toutefois, elles peuvent aussi s'inscrire dans un contexte d'infection par *T. pallidum* (avec la présence du chancre dur caractéristique de la syphilis primaire), par *H. ducreyi* (chancroïde, associé au chancre mou), par l'HPV (responsable notamment de condylomes génitaux), ou encore par *C. trachomatis* ou le VIH (2).

Anorectite

L'anorectite désigne l'inflammation de la muqueuse rectale distale, fréquemment observée chez les hommes ayant des relations sexuelles avec des hommes (HSH). Elle se manifeste notamment par des rectites ulcérées avec des écoulements purulents et/ou hémorragiques, un œdème de la muqueuse rectale, des douleurs anorectales, du prurit et parfois de la constipation. Sur le plan étiologique, les principaux agents en cause sont : *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. genitalium*, *T. pallidum* (en cas de syphilis primaire), HSV-1 et HSV-2, ainsi que HPV. En cas de mise en évidence de *C. trachomatis*, il convient de procéder à un sérotypage afin de déterminer s'il s'agit des génovars D à K (responsables d'infections génitales basses et hautes entre autres) ou génovars L1-L3 (responsables de la

lymphogranulomatose vénérienne (LGV)). En effet la LGV nécessite une durée de traitement prolongée (2,9).

Un problème majeur de Santé Publique

Ces pathogènes sont parfois à l'origine d'infections asymptomatiques ou peu symptomatiques, favorisant leur transmission à l'insu des personnes infectées, ce qui contribue à leur propagation :

- Dans plus de 50% des cas, les infections à *C. trachomatis* sont asymptomatiques
- L'infection par *N. gonorrhoeae* ne provoque pas de manifestations cliniques chez plus de 10% des hommes et plus de 50% des femmes infectées, avec un portage rectal et/ou pharyngé possible pour ces deux bactéries.
- L'infection à *M. genitalium* est souvent asymptomatique chez la femme
- Le chancre indolore qu'on retrouve en cas d'infection par *T. pallidum* peut passer inaperçu du fait de sa guérison spontanée
- Les infections à HSV-1, HSV-2, HPV et VHB sont fréquemment discrètes
- Chez environ 20% des femmes et 90% des hommes, l'infection par *T. vaginalis* reste silencieuse.
- L'infection par le VIH peut connaître une phase de latence moyenne d'environ neuf ans en l'absence de traitement avant l'apparition de signes cliniques.

En l'absence de traitement, ces infections peuvent entraîner de graves complications :

- L'infection à *C. trachomatis* peut provoquer le syndrome de Fiessinger-Leroy-Reiter (FLR) (conjonctivite et arthrite) ou encore le syndrome de Fitz-Hugh-Curtis (FHC) (périhépatite).
- L'infection à *N. gonorrhoeae* peut se disséminer et atteindre plusieurs organes, notamment les articulations, mais aussi induire des sténoses urétrales et une atrophie testiculaire.

Ces deux bactéries peuvent également être à l'origine de grossesse extra-utérines (GEU) et, avec *M. genitalium*, entraîner des stérilités tubaires et des douleurs pelviennes chroniques (DPC) (2).

- L'infection à *T. pallidum* peut aboutir à une syphilis tertiaire, survenant plusieurs décennies après l'infection et pouvant toucher différents organes et systèmes : neurologique (neurosyphilis), oculaire, hépatique, cardiaque ou osseux (10).
- L'infection à HSV, particulièrement chez l'immunodéprimé, peut conduire à des récurrences fréquentes, des méningo-encéphalites, des encéphalites ou encore des kératites (11).

- Les infections à HPV, en particulier par les types à haut risque cancérogène comme HPV16 et HPV18, peuvent être à l'origine de cancers du col de l'utérus, de l'anus, de la vulve, du vagin, du pénis, et parfois de la région oro-pharyngée, généralement 15 à 20 ans après l'infection (12).
- L'infection à VIH peut évoluer en SIDA, favorisant l'apparition d'infections opportunistes ainsi que de certains types de cancers (13).
- L'infection à VHB peut entraîner des hépatites, des cirrhoses ou des carcinomes hépatiques (2).

De plus, de nombreuses IST peuvent être transmises de la mère à l'enfant, et ainsi provoquer des infections chez le nouveau-né. *C. trachomatis* peut être transmis lors de l'accouchement, entraînant des conjonctivites ou des pneumopathies chez le nourrisson (14).

N. gonorrhoeae se transmet en périnatal et peut également provoquer des conjonctivites, mais aussi entraîner des menaces d'accouchement prématuré (MAP) et des ruptures prématurées des membranes (RPM) (15).

L'infection à *T. pallidum*, peut être à l'origine d'une syphilis congénitale (transmise *in utero*), dont les conséquences peuvent être graves, on peut citer la mort *in utero* ou néonatale, la prématurité, l'insuffisance pondérale à la naissance et des problèmes de santé à vie pour l'enfant infecté (10).

Les HSV-1 et HSV-2 peuvent se transmettre lors de l'accouchement, occasionnant parfois une incapacité neurologique durable chez le nouveau-né, voire le décès (2,11). Le VIH peut être transmis *in utero*, mais surtout lors de l'accouchement, et contaminer le nourrisson. Quant au VHB, il peut être transmis en périnatal, et entraîner des formes chroniques de la maladie chez le nourrisson. Enfin, l'infection à *T. vaginalis* peut entraîner des MAP et infecter le nouveau-né (2).

Par ailleurs, certaines infections causées par *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *T. pallidum*, *H. ducreyi* et HSV-1 et 2 augmentent le risque de contracter ou de transmettre le VIH (2,11,16).

Enfin, il faut noter que l'on observe une augmentation progressive des résistances aux antibiotiques de première, voire de deuxième intention, notamment pour *M. genitalium* (avec les macrolides et les fluoroquinolones) et *N. gonorrhoeae* (avec les pénicillines, les tétracyclines, les fluoroquinolones, voire certaines céphalosporines de troisième génération). Cette évolution peut compromettre l'efficacité du traitement et favoriser la survenue de complications (3,17).

C'est pourquoi, il reste indispensable de prévenir ces infections en utilisant systématiquement des préservatifs et en bénéficiant des vaccins disponibles (contre le VHB et l'HPV). Par ailleurs, un dépistage régulier des IST est fortement recommandé, notamment pour les personnes les plus exposées (HSH, multiplicité des partenaires, etc.) ou en cas d'arrêt de l'utilisation du préservatif. Si le test dépistage se révèle positif, il est impératif de prendre en charge les patients et leurs partenaires (18).

Agents pathogènes		Symptômes/délai d'apparition après exposition	Complications	Transmission mère-enfant
Bactéries	<i>C. trachomatis</i>	Urétrite, épididymite, orchite, prostatite, cervicite, salpingite, ulcérations, anorectite • <u>Délai</u> : environ 2 semaines • <u>Asymptomatique</u> : > 50%	GEU, DPC, stérilité tubaire, FLR, FHC	Périnatal : conjonctivites, pneumopathies
	<i>N. gonorrhoeae</i>	Urétrite, épididymite, orchite, prostatite, cervicite, salpingite, anorectite • <u>Délai</u> : 2 à 10 jours • <u>Asymptomatique</u> : > 10% hommes, > 50% femmes	GEU, DPC, stérilité tubaire, dissémination, sténose urétrale, atrophie testiculaire	Périnatal : conjonctivites, MAP, RPM
	Mycoplasmes urogénitaux	Urétrite, prostatite (<i>M. genitalium</i> , <i>U. urealyticum</i>), épididymite, orchite, anorectite (<i>M. genitalium</i>), cervicite, salpingite (<i>M. genitalium</i> , <i>U. urealyticum</i> , <i>U. parvum</i> , <i>M. hominis</i>) • <u>Asymptomatique</u> : souvent chez la femme	Stérilité tubaire, DPC	Non encore prouvée
	<i>T. pallidum</i>	Ulcérations, anorectite • <u>Délai</u> : environ 21 jours pour syphilis primaire et dans l'année pour syphilis secondaire • <u>Asymptomatique</u> : guérison spontanée, chancre passant inaperçu	Syphilis tertiaire	<i>In utero</i> : syphilis congénitale
	<i>H. ducreyi</i>	Ulcérations • <u>Délai</u> : 3 à 7 jours	Perte de substance	Non décrite

Virus	<i>Herpès simplex virus type 1 et 2</i>	Ulcérations, cervicites, anorectite • <u>Délai</u> : primo-infection 7 jours ou plus • <u>Asymptomatique</u> : fréquente	Immunodéprimé : récidives, méningo-encéphalite, encéphalite, kératite	Périnatal : incapacités neurologiques, décès
	HPV	Ulcérations, condylomes • <u>Asymptomatique</u> : fréquente, latence 8-10 ans	Cancers	Potentiellement périnatal
	VIH	Éventuellement ulcérations, mais souvent absence signes locaux génitaux • <u>Délai</u> : primo-infection 10 à 15 jours • <u>Asymptomatique</u> : latence moyenne de 9 ans sans traitement	SIDA	<i>In utero</i> , périnatal ++ : infections à répétition, retard développement
	VHB	Absence de signes locaux génitaux • <u>Délai</u> : incubation < 3 mois • <u>Asymptomatique</u> : fréquente, environ 5% chronicité	Hépatite, cirrhose, carcinome hépatique	Essentiellement périnatal : formes chroniques
Parasite	<i>T. vaginalis</i>	Urétrite, vaginite, prostatite, cervicite • <u>Délai</u> : 4 à 28 jours • <u>Asymptomatique</u> : 20% environ des femmes, 90% des hommes	Exceptionnel	MAP, contamination nouveau-né

Tableau 1. Symptômes et complications provoqués par les différents pathogènes responsables d'IST.

Epidémiologie

Mondiale

Dans le monde, plus d'un million de personnes âgées de 15 à 49 ans contractent chaque jour une IST bactérienne, virale ou parasitaire, qui demeure asymptomatique dans la grande majorité des cas (1).

La suite de ce travail sera consacrée exclusivement aux IST d'origine bactérienne. Une synthèse des données épidémiologiques mondiales des IST bactériennes est présentée dans le Tableau 2.

Pathogènes	Incidence	Prévalence
<i>C. trachomatis</i>	<u>Chez les 15-49 ans (2020) :</u> 128,5 millions d'infections (19)	<u>Chez les 15-49 ans (2020) :</u> 4,2% des femmes 2,7% des hommes (20)
<i>N. gonorrhoeae</i>	<u>Chez les 15-49 ans (2020) :</u> 82,4 millions d'infections (21)	<u>Chez les 15-49 ans (2016) :</u> 0,9% des femmes 0,7% des hommes (22)
<i>M. genitalium</i>	-	<u>Chez les 16-44 ans :</u> 1,3% dans les pays à revenus élevés 3,9% dans les pays à faibles revenus (23,24)
<i>M. hominis</i>, <i>U. urealyticum</i>, <i>U. parvum</i>	-	<u>Chez les femmes non enceintes sexuellement actives :</u> <i>M. hominis</i> : 3,1-15% <i>U. urealyticum</i> : 5,2-20%, <i>U. parvum</i> : 20-89% <u>Chez les hommes (16-44 ans) :</u> <i>M. hominis</i> : 2-20% <i>U. urealyticum</i> : 5-15% <i>U. parvum</i> > <i>U. urealyticum</i> (25)
<i>T. pallidum</i>	<u>Chez les 15-49 ans (2020) :</u> 7,1 millions d'infections (26)	<u>Chez les 15-49 ans (2016) :</u> 0,5% des femmes 0,5% des hommes (22)
<i>H. ducreyi</i>	En déclin (27)	-

Tableau 2. Données épidémiologiques mondiales des IST bactériennes.

L'infection à *C. trachomatis* présente une incidence élevée, avec 128,5 millions de nouveaux cas en 2020, principalement chez les adolescents et les jeunes adultes (19). La LGV reste rare, mais connaît une résurgence notable dans certains pays, particulièrement chez les HSH (28).

L'infection à *N. gonorrhoeae* totalise 82,4 millions de nouveaux cas en 2020, avec la prévalence la plus élevée chez les HSH, travailleurs du sexe, adolescents transgenres, ainsi que chez les femmes et jeunes vivant dans les régions à forte morbidité (29).

D'après des méta-analyses, l'infection à *M. genitalium* affiche une prévalence accrue chez les HSH et travailleurs du sexe dans les pays à faible revenus (23,24). En revanche, pour *M. hominis*, *U. urealyticum* et *U. parvum*, l'incidence est difficile à déterminer précisément en raison du manque de données et de leur présence naturelle dans la flore commensale (25).

L'infection à *T. pallidum*, a enregistré 7,1 millions de cas en 2020. Une augmentation des cas est observée chez les HSH (30).

L'infection à *H. ducreyi* était endémique dans de nombreuses régions au XXe siècle, mais les méta-analyses indiquent une nette diminution depuis 2000 (0-69% avant contre 0-15% après) (27,31).

En France

Pathogènes	Incidence	Prévalence
<i>C. trachomatis</i>	74 500 infections (2023) : 55 500 secteur privé 19 000 CeGIDD (32)	<u>Chez les 18-29 ans :</u> 3,2% des femmes 2,5% des hommes (33)
<i>N. gonorrhoeae</i>	33 700 infections (2023) : 23 000 secteur privé 10 700 CeGIDD	Prévalence élevée chez les HSH (60,5% des cas CeGIDD)
<i>T. pallidum</i>	8 300 infections (2023) : 5 800 secteur privé 2 500 CeGIDD	Forte proportion chez les HSH (67% des cas CeGIDD) (32)
<i>M. genitalium</i>	-	1-3% de la population générale
<i>U. urealyticum</i>	-	<u>Dans la population générale :</u> ~ 30% des femmes ~ 2-15% des hommes
<i>M. hominis</i>	-	<u>Dans la population générale :</u> ~ 10% des femmes (3)
<i>H. ducreyi</i>	Cas sporadiques importés (34)	-

Tableau 3. Données épidémiologiques en France des IST bactériennes.

Parmi les 74 500 nouvelles infections à *C. trachomatis* qui ont été recensées :

- Dans le secteur privé : cela représentait une hausse de 10% par rapport à 2021, surtout chez les hommes de plus de 50 ans. L'incidence reste particulièrement élevée chez les jeunes femmes de 15 à 25 ans et les hommes de 26 à 49 ans.
- Dans les CeGIDD : l'âge médian au diagnostic était de 24 ans. Les infections concernaient surtout les hommes et femmes hétérosexuels (76%), suivis des HSH (22%). La prévalence de la LGV a continué de diminuer, atteignant 7,7%.

Cette même année, parmi les 33 700 nouvelles infections à *N. gonorrhoeae* qui ont été recensées :

- Dans le secteur privé : cela correspondait à une hausse de 55% par rapport à 2021, particulièrement marquée chez les individus de plus de 50 ans. L'incidence y était la plus élevée chez les hommes de 26 à 49 ans et élevée parmi les femmes de 15 à 25 ans.
- Dans les CeGIDD : l'âge médian au diagnostic était de 28 ans. Les HSH représentaient la majorité des cas (60,5%).

Concernant la syphilis, parmi les 8 300 infections à *T. pallidum* qui ont été signalées en 2023 :

- Dans le secteur privé : cela représentait une hausse de 20% par rapport à 2021, surtout chez les femmes de plus de 50 ans. L'incidence était particulièrement marquée chez les hommes de 26 à 49 ans.
- Dans les CeGIDD : l'âge médian au diagnostic était de 34 ans, et les HSH représentaient 67% des diagnostics positifs, majoritairement au stade de syphilis primaire (32).

La prévalence des infections à *M. genitalium* a été estimée entre 1 et 3% dans la population générale, et est retrouvé chez environ 35% des personnes consultant pour IST récidivantes. Quant à *U. urealyticum* et *M. hominis*, ils peuvent être présents, mais leur rôle pathogène reste discuté en raison de leur présence fréquente dans la flore commensale (3).

Enfin, les infections à *H. ducreyi* sont réapparues ponctuellement en France, généralement par importation depuis des zones endémiques (34).

Méthodes diagnostiques des IST bactériennes

Bactériologie conventionnelle

Microscopie

Bactéries	Technique microscopique	Aspect
<i>N. gonorrhoeae</i>	Microscope optique : Coloration de Gram	Diplocoques à gram négatif souvent intra-leucocytaires (35)
<i>H. ducreyi</i>	Microscope optique : Coloration de Gram	Petits bacilles à gram négatif (36)
<i>T. pallidum</i>	Microscope à fond noir	Bactérie spiralée, mobilité en « tire-bouchon » (2)
<i>C. trachomatis</i>	Microscope à fluorescence direct : Anticorps monoclonal spécifique marqué (fluorescéine)	Corps élémentaires fluorescents (37)
Mycoplasmes urogénitaux	Microscope à fluorescence direct : Anticorps monoclonal spécifique marqué (fluorochrome)	Fluorescence nette sur fond sombre (38)

Tableau 4. Aspect microscopique des différentes bactéries responsables d'IST.

Principes

La microscopie permet de voir rapidement les germes directement sur une lame à partir du prélèvement et à orienter le diagnostic en quelques minutes (39).

Indications

La microscopie peut aider à orienter le diagnostic de certaines infections bactériennes, notamment celles dues à *N. gonorrhoeae* et *H. ducreyi*, qui prennent la coloration de Gram, disponible dans la plupart des laboratoires (35,36). Chez l'homme avec urétrite purulente, l'examen direct d'un prélèvement urétral montrant des diplocoques à gram négatif, étaye un diagnostic présomptif d'infection à *N. gonorrhoeae* (à confirmer par une culture) (17). De même, l'observation de petits bacilles à gram négatif sur un prélèvement d'ulcération génitale, peut être évocateur d'un chancre mou (à confirmer par une culture également) (36).

Limites

Pour *N. gonorrhoeae* et *H. ducreyi*, la sensibilité diminue si le prélèvement est hémorragique, après usage d'antiseptiques locaux ou à la suite d'une antibiothérapie (2). Elle varie également selon le site qui est très faible pour les prélèvements endocervicaux en cas d'infection à *N. gonorrhoeae*, et déconseillée pour les prélèvements pharyngés ou rectaux en

raison de la flore commensale (2,40). En pratique, la microscopie peut être utile pour orienter dans certaines situations, mais ne suffit pas à poser le diagnostic. Elle n'est donc pas recommandée seule pour confirmer une infection à *N. gonorrhoeae* (17) ou *H. ducreyi* (36).

La coloration de Gram est utile, mais ne voit pas tout, notamment :

- Les mycoplasmes urogénitaux, qui ne retiennent pas la coloration en raison de l'absence de paroi (2),
- *C. trachomatis*, qui est difficile à colorer du fait de son caractère strictement intracellulaire (37),
- *T. pallidum*, qui présente une faible affinité pour les colorants (41).

En pratique, les techniques microscopiques actuelles permettant l'observation de *C. trachomatis*, des mycoplasmes urogénitaux et de *T. pallidum* ne sont pas utilisées en routine. Elles restent réservées principalement aux laboratoires de référence, car demandent une expertise spécifique, du temps et une mise en œuvre laborieuse (2,37,42).

Culture bactérienne

Principes

La culture est la seule méthode garantissant l'obtention d'un organisme viable (2,40,43). Elle permet de tester la sensibilité aux antibiotiques (pour faire face à l'augmentation des résistances), et d'effectuer le génotypage/sérotypage des souches, essentiels au suivi épidémiologique (2,17,36,44,45).

Indications

La culture est la méthode de référence pour *N. gonorrhoeae* (17), et de *H. ducreyi* (46) chez les personnes symptomatiques. Elle est peu coûteuse et très spécifique (17,43,46). Elle permet de confirmer le chancre mou par écouvillonnage de la lésion (36), et détecte la présence de *N. gonorrhoeae* sur différents types de prélèvements (35).

Pour *N. gonorrhoeae*, on utilise le plus souvent une gélose au sang cuit enrichie en vitamines, avec ou sans antimicrobiens (VCAT ou VCN). L'incubation se fait à 35°C sous 5% de CO₂ pendant au moins 72 heures. Les colonies sont petites, lisses et grisâtres avec des bords réguliers (2).

Pour *H. ducreyi*, la culture se fait sur des milieux enrichis en sang cuit avec hémoglobine, sérum de veau fœtal ou dialysat de levure. Des suppléments nutritifs de type IsoVitaleX sont ajoutés ainsi que de la vancomycine pour limiter les contaminants. L'incubation se fait entre 33 et 35°C sous 5% de CO₂ pendant deux à cinq jours. Les colonies sont petites et grisâtres avec un centre blanc opaque et une collerette transparente aux bords dentelés (43).

Pour *M. hominis* et *Ureaplasma* spp., la culture peut aussi être utile. Elle nécessite des milieux spécifiques sélectifs par ajout d'antibiotiques (β -lactamine, parfois accompagnée de polymyxine ou d'amphotéricine B) :

- Pour *M. hominis* : on emploie le milieu Hayflick modifié SP-4 à pH neutre entre 7,0 et 7,2 avec du sérum de poulain ou de veau fœtal, arginine et rouge de phénol (indicateur coloré).
- Pour *Ureaplasma* spp. : on utilise le milieu Shepard à pH légèrement acide, autour de 6,0, avec de l'urée et le même indicateur coloré.

Après 18 à 48 heures à 35°C :

- En air ambiant pour les milieux liquides : la croissance se voit par un changement de couleur dû à l'alcalinisation mesurée en UCC/mL,
- A 5% de CO₂ pour les milieux solides : la croissance se voit par observation à la loupe binoculaire sur gélose (2).

Pour *C. trachomatis*, *M. genitalium* et *T. pallidum*, la culture est également possible. *C. trachomatis* et *M. genitalium* sont intracellulaires et nécessitent des cellules vivantes (47,48), ce qui a longtemps été la méthode de référence pour le diagnostic des infections à *C. trachomatis* grâce à sa bonne spécificité (49). Pour *T. pallidum*, le test d'infectivité du lapin est le seul moyen qui permet son isolement (44,50).

Limites

N. gonorrhoeae et *H. ducreyi* sont des germes fragiles, exigeants et donc difficiles à cultiver. La sensibilité chute si le transport est lent ou inadéquat, ou en cas d'antibiothérapie préalable (43). Elle varie également selon le site de prélèvement : réduite pour les prélèvements rectaux ou pharyngés pour *N. gonorrhoeae* (17), et si l'échantillon ne provient pas d'un chancre mou pour *H. ducreyi* (36). De plus le délai de résultat peut prendre deux à trois jours pour *N. gonorrhoeae* (17) et près de cinq jours pour *H. ducreyi* (43).

Même si la culture est réalisable pour *C. trachomatis*, *M. genitalium* et *T. pallidum*, elle reste néanmoins complexe. Ces cultures impliquent des enjeux éthiques (44,50), une sensibilité parfois limitée en cas de faible charge bactérienne, des procédures lourdes nécessitant une expertise élevée, des prélèvements invasifs, des coûts importants et des délais prolongés d'environ trois jours pour *C. trachomatis* (37) à plusieurs mois pour *M. genitalium* (3). C'est pourquoi, en pratique, ces cultures ne sont pas réalisées en routine et restent réservées à la recherche et à la surveillance épidémiologique dans des laboratoires spécialisés (2,44,45).

Biologie moléculaire

Principes

Les tests d'amplifications des acides nucléiques (TAAN) amplifient une séquence ciblée de l'ADN bactérien afin de détecter de très faibles quantités de matériel génétique, indépendamment de la viabilité des bactéries. Cette propriété simplifie nettement les conditions de prélèvement et de transport des échantillons (36,37,44,47).

Comparés à la culture, les TAAN offrent une excellente sensibilité, une bonne spécificité (37), une mise en œuvre simple et fournissent des résultats en quelques heures (51–53).

Parmi les TAAN, la *Polymerase Chain Reaction* (PCR), est la plus répandue en biologie médicale. Elle amplifie sélectivement un segment d'ADN *in vitro* (obtenu en amont par extraction à partir d'un échantillon biologique) sur thermocycleur selon trois étapes répétées :

- Dénaturation du double brin (à environ 92-95 °C)
- Hybridation des deux amorces spécifiques (environ 50-70°C)
- Elongation par une ADN polymérase thermostable (environ 72°C).

Ces trois étapes sont répétées 30 à 40 fois (cycles de PCR), entraînant une amplification exponentielle du fragment ciblé. Le mélange réactionnel comprend notamment l'ADN matrice (qui sera amplifié), les amorces (qui se fixent aux bords de la séquence cible pour démarrer la polymérisation), une ADN polymérase thermostable, des désoxyribonucléotides triphosphates (qui seront incorporés par l'ADN polymérase dans les brins en cours de synthèse) et un tampon légèrement alcalin (54).

A partir de ce principe, plusieurs variantes se distinguent. D'un côté la PCR en point final, dont la détection n'intervient qu'après la totalité des cycles :

- La PCR « classique » :
 - Se révèle le plus souvent par électrophorèse sur gel d'agarose grâce à un colorant intercalant. La présence ou l'absence de bandes fournit un résultat qualitatif.
 - L'amplification peut sinon être suivie d'une hybridation sur microarray : les amplicons (ADN amplifiés) sont détectés soit par fluorescence (amplicons marqués par des fluorochromes/fluorophores), soit par chimiluminescence (par exemple via biotine/streptavidine-HRP). Le rendu est alors qualitatif par cible (signal présent ou absent).
- La PCR digitale : qui partitionne l'échantillon en milliers de micro-réactions lues de façon binaire (positif ou négatif), avec détection par agents intercalants ou sondes. Le comptage des partitions positives, fournit une quantification absolue du nombre de copies.

De l'autre, la PCR en temps réel (*Real-Time PCR* (RT-PCR)) :

- La RT-PCR classique : qui mesure la fluorescence à chaque cycle et calcule un *cycle threshold* (Ct) ou cycle seuil. La révélation se fait grâce à des colorants intercalants ou des sondes. Cette méthode peut être qualitative (présence ou non d'un pathogène), semi-quantitative (le Ct donne une indication sur la quantité de microorganisme présent dans l'échantillon) ou quantitative (en utilisant une courbe d'étalonnage permettant d'obtenir une correspondance entre le Ct et le nombre de copies).
- La courbe de fusion : qui est réalisée après amplification avec un colorant intercalant. Cette méthode consiste à chauffer progressivement l'amplicon et à suivre la perte de fluorescence lors de la dénaturation. Le profil de fusion et la température de fusion (T_m), caractéristique de la séquence, offrent une lecture qualitative.

Enfin, quel que soit le format, une PCR multiplex peut cibler simultanément plusieurs séquences (et donc plusieurs pathogènes) (55).

Indications

Les TAAN sont particulièrement utiles pour les bactéries difficiles à cultiver en pratique : *C. trachomatis*, *T. pallidum* et *M. genitalium* (2,37,44).

Ils constituent aujourd'hui la méthode la plus sensible et la plus spécifique pour diagnostiquer les infections à *C. trachomatis* (37) et *M. genitalium* (2), devenant ainsi la référence diagnostique (3,45). Ils surpassent la culture, notamment chez les patients asymptomatiques, et permettent l'analyse d'échantillons variés (vaginaux, urinaires, rectaux ou pharyngés), souvent non invasifs, ce qui les rend adaptés au dépistage (3,37). Par ailleurs, les TAAN jouent un rôle clé dans la détection des résistances génotypiques aux macrolides et aux fluoroquinolones chez *M. genitalium*, contribuant à limiter les échecs thérapeutiques fréquents (2,47).

Pour *T. pallidum*, les TAAN complètent utilement les méthodes sérologiques, notamment en cas de syphilis précoce, de réinfection, de syphilis congénitale et de neurosyphilis (2,44). Ils peuvent être réalisés sur des échantillons variés (lésions primaires ou secondaires, liquide céphalo-rachidien, liquide amniotique, placenta, cordon), avec une sensibilité dépendante du type d'échantillon et du stade : élevée sur les lésions primaires, plus faible sur les lésions secondaires, et limitée sur sang total (44).

Pour *N. gonorrhoeae* et *H. ducreyi*, les TAAN sont particulièrement utiles lorsque les prélèvements sont difficiles à cultiver (sites extra-génitaux (35,56) ou patients asymptomatiques (35) pour *N. gonorrhoeae*). Ils contournent aussi les contraintes propres à *H. ducreyi*, qui ne survit que quelques heures sur écouvillon, limitant fortement la culture (36). Néanmoins, la culture demeure l'examen de référence pour ces bactéries car elle permet

l'identification formelle et l'antibiogramme. Ainsi, tout TAAN positif doit idéalement être suivi d'une culture pour pouvoir tester la sensibilité aux antibiotiques (17,36).

Panels multiplex

Plusieurs kits de TAAN permettent aujourd'hui une détection simultanée de plusieurs pathogènes :

- *N. gonorrhoeae* et *C. trachomatis* (51–53), parfois associée à *M. genitalium* (47).
- Mycoplasmes urogénitaux : *M. genitalium*, *M. hominis*, *U. urealyticum* et *U. parvum* (2,47).
- *H. ducreyi* et *T. pallidum* (36).

Limites et précautions

Cependant, il existe certaines limites. Des faux positifs peuvent survenir par réactions croisées avec des bactéries commensales, comme ça a pu être le cas pour *N. gonorrhoeae* (avec d'autres espèces du genre *Neisseria*) (57), ou par contamination au laboratoire lors des manipulations (37). A l'inverse, des faux négatifs sont possibles en présence de mutations génétiques spécifiques chez *C. trachomatis* et *N. gonorrhoeae* (58,59).

Tests immunologiques

Sérologie

Principes

Elle repose sur la détection des anticorps induits par l'infection, présents principalement dans le sérum (2).

Indications

Pour *T. pallidum*, en l'absence de signes cliniques, le diagnostic repose d'abord sur la sérologie (42). Les anticorps apparaissent entre 15 et 30 jours, et la sensibilité des tests sérologiques varie selon le stade, pouvant diminuer après une antibiothérapie précoce. Deux familles de tests sont utilisées : les tests tréponémiques (TT) et les tests non tréponémiques (TNT).

Les TT recherchent les anticorps dirigés contre les antigènes tréponémiques, les rendant plus spécifiques que les TNT. Ils recherchent les immunoglobulines totales grâce à des techniques d'agglutination (TPHA (*Treponema Pallidum Hemagglutinations Assay*)), de fluorescence (FTA (*Fluorescent Treponemal Antibody*)) ou immuno-enzymatiques. Ces méthodes sont qualitatives, sensibles, rapides et automatisables.

Les TNT détectent des anticorps anti-cardio-lipidiques. Ils sont moins spécifiques mais deviennent le plus souvent négatifs après traitement. Il s'agit de tests quantitatifs manuels

déTECTANT des immunoglobulines totales : VDRL (*Veneral Disease Research Laboratory*) et RPR (*Rapid Plasma Reagin*) (2,42).

Pour *C. trachomatis*, la sérologie peut avoir un intérêt dans certaines situations, notamment en cas d'IGH, de LGV ou de syndrome de FLR, qui s'accompagnent souvent d'une élévation des anticorps, lorsque l'accès direct au site infectieux est difficile (2,60). La détection repose sur la micro-immunofluorescence ou sur des tests immuno-enzymatiques (légèrement plus sensibles et spécifiques), méthodes automatisables et rapides (2,61).

Limites

Pour *T. pallidum*, les TT restent positifs après traitement : ils ne distinguent pas une syphilis active d'une cicatrice sérologique. Ils présentent aussi des réactions croisées avec les tréponématoses non vénériennes, réduisant leur spécificité. Les TNT, eux, différencient syphilis active et cicatrice sérologique. Il est donc recommandé actuellement de réaliser un TT immuno-enzymatique en première intention, puis un TNT si le TT est positif, avec un titrage, qui est indispensable pour trancher entre syphilis active et cicatrice sérologique, ainsi que pour suivre l'efficacité d'un traitement (2,42).

Pour *C. trachomatis*, lorsque l'infection est superficielle, cela ne déclenche pas toujours la production d'anticorps (37). De plus, la réponse sérologique est souvent tardive, et ne distingue pas une infection récente d'une ancienne (49,60). Ce qui peut retarder la prise en charge. Des réactions croisées avec d'autres espèces de *Chlamydia* peuvent survenir selon la méthode de détection (2,61). La sérologie n'est donc pas recommandée pour une infection basse active à *C. trachomatis* (2,45)

La sérologie n'a pas d'intérêt pour *N. gonorrhoeae* (2), les mycoplasmes urogénitaux (2,47) ou encore *H. ducreyi* (36).

Tests immunochromatographiques

Des tests de diagnostic rapides fondés sur l'immunochromatographie se développent. Ils détectent :

- Soit des antigènes spécifiques pour *N. gonorrhoeae* (62) et *C. trachomatis* (63), sur divers échantillons urogénitaux (63,64),
- Soit des anticorps dirigés contre *T. pallidum*, sur sérum, plasma ou sang total (44).

Ils ne requièrent pas de personnel spécialisé, coûtent peu et délivrent un résultat en quelques minutes (44,62,63). L'obtention du résultat pendant la consultation facilite ainsi la prise en charge immédiate avec mise en route rapide d'une antibiothérapie. Ils constituent une option particulièrement adaptée aux pays ou milieux à faible ressources (2,62,63).

Leur performance reste toutefois contrastée : la sensibilité et la spécificité sont bonnes pour *T. pallidum* (44), mais la sensibilité est nettement insuffisante pour *N. gonorrhoeae* et *C. trachomatis* (64,65). En conséquence, leur utilisation n'est ni recommandée, ni pratiquée en France (17,42,45).

	Bactériologie conventionnelle		Biologie moléculaire	Tests immunologiques	
	Microscopie = rapide, peu coûteux	Culture bactérienne = antibiogramme, sérotypage/génotypage	= très bonne spécificité et sensibilité	Sérologie	Test immunochromatographiques
<i>C. trachomatis</i>	Pas recommandé	Pas recommandé <i>Culture cellulaire</i>	Méthode de référence	Pas recommandé	Pas recommandé
<i>N. gonorrhoeae</i>	Pas recommandé <i>Microscope optique (coloration de Gram)</i>	Méthode de référence <i>Culture milieux sélectifs et enrichis</i>	Utile pour identification	Non applicable	Pas recommandé
Mycoplasme urogénitaux	Non applicable	<i>M. genitalium</i> : Pas recommandé <i>Culture cellulaire</i> <i>M. hominis</i> et <i>Ureaplasma</i> spp. : méthode de référence <i>Culture sur milieux sélectifs</i>	<i>M. genitalium</i> : Méthode de référence <i>Identification et résistances</i> <i>M. hominis</i> et <i>Ureaplasma</i> spp. : utile pour identification	Non applicable	Non applicable
<i>T. pallidum</i>	Pas recommandé <i>Microscope à fond noir</i>	Pas recommandé <i>Isolement par test d'infectivité de lapin</i>	Utile pour identification	Méthode de référence	Pas recommandé
<i>H. ducreyi</i>	Pas recommandé <i>Microscope optique (coloration de Gram)</i>	Méthode de référence <i>Culture milieux sélectifs et enrichis</i>	Utile pour identification	Non applicable	Non applicable

Tableau 5. Méthodes diagnostiques pour les différents pathogènes responsables d'IST bactériennes.

Traitements des IST bactériennes

En cas d'infection à *C. trachomatis*, il est recommandé :

- En première intention, d'administrer de la doxycycline 100 mg deux fois par jour en per os (PO). La durée de traitement varie selon le type d'infection :
 - 7 jours pour une infection non compliquée à *C. trachomatis*
 - 10 à 14 jours pour les IGH ou les orchi-épididymites
 - 21 jours pour la LGV
- En deuxième intention, de prescrire de l'azithromycine 1 g PO :
 - Une dose unique (DU) pour les infections non compliquées à *C. trachomatis*
 - Deux doses, une au jour 1 (J1) et une à J7, pour les IGH et orchi-épididymites
 - Une dose par semaine pendant trois semaines en cas de LGV
- En troisième intention, envisager un traitement par ofloxacine 200 mg deux fois par jour en PO pendant 7 jours, ou par lévofloxacine 500 mg une fois par jour en PO pendant 7 jours, après avis (66).

En cas d'infection à *N. gonorrhoeae* :

- S'il s'agit d'une infection urogénitale, cervicale, rectale ou pharyngée non compliquée il est recommandé :
 - En première intention de donner de la ceftriaxone 1 g DU en intramusculaire (IM) ou intraveineux (IV).
 - En cas d'allergie à la ceftriaxone :
 - En première intention : gentamycine 240 mg en DU IM
 - En deuxième intention : ciprofloxacine 500 mg ou céfixime 400 mg en DU PO, si la souche est sensible selon l'antibiogramme.
- En cas d'IGH ou orchi-épididymites :
 - En première intention : de la ceftriaxone 1 g DU en IM ou en IV pendant 7 jours (associée à de la doxycycline 100 mg 2 fois par jour et métronidazole 500 mg/j PO pour les IGH)
 - Alternatives en cas d'allergie : gentamycine 5mg/kg en DU IV (maximum 3 jours) ou fluoroquinolones selon la sensibilité.
- En cas de résistance à la ceftriaxone, il faudra demander un avis spécialisé pour adapter le traitement (67).

Pour le traitement de *M. genitalium*, il est recommandé :

- En cas d'infection non compliquée à *M. genitalium* seul :
 - o En première intention : azithromycine 1 g en DU J1, suivie de 500 mg par jour pendant 2 jours en PO.
 - o En cas de résistance aux macrolides ou d'échec du traitement initial : moxifloxacin 400 mg par jour en PO pendant 7 jours.
 - o Si résistance aux macrolides et aux fluoroquinolones ou échec des deux premières lignes : un traitement par doxycycline, pristinamycine ou minocycline peut être envisagé sur avis spécialisé.
- En cas d'IGH ou orchite-épididymite :
 - o Le traitement probabiliste comprend : 1 g de ceftriaxone en DU, avec de la doxycycline 100 mg deux fois par jour et du métronidazole 500 mg deux fois par jour en PO.
 - o En cas d'infection documentée à *M. genitalium* seul : relais par moxifloxacin 400 mg par jour pendant 10 à 14 jours en PO. Sinon, il faudra traiter en priorité les autres germes identifiés (68).

Le traitement de la syphilis dépend de sa phase :

- Syphilis précoce : Benzathine pénicilline G en 2,4 millions (M) d'unités (UI) en IM en une ou deux injections. En cas d'allergie ou d'indisponibilité, il est possible d'envisager la doxycycline 200 mg PO pendant 14 jours (une à deux prises par jour).
- Syphilis tardive : Benzathine pénicilline G en 2,4 M UI en IM, administrées en trois injections à une semaine d'intervalle (J1, J8, J15). En alternative, la doxycycline 200 mg PO peut être donnée pendant 28 jours (une à deux prises par jour).
- Neurosyphilis : Benzathine pénicilline G 20 M UI IV sur 10-14 jours. La ceftriaxone 2g IV sur 10-14 jours est une alternative, surtout en cas d'allergie non grave aux pénicillines. En cas d'allergie grave, la doxycycline 200 mg PO peut être proposée pendant 28 jours (deux prises par jour), après avis (69).

Pour le traitement du chancre mou causé par *H. ducreyi*, les recommandations sont les suivantes :

- Azithromycine 1 g DU en PO
- Ou ceftriaxone 250 mg DU en IM
- Ou Ciprofloxacine 500 mg deux fois par jour PO pendant 3 jours
- Ou érythromycine 2 g par jour PO pendant 7 jours (34).

L'automate Vivalytic (Bosch®)

Principe de l'automate Vivalytic

L'automate Vivalytic, développé par Bosch® Healthcare, est un automate dédié au diagnostic moléculaire. Il permet de réaliser différents types de PCR telles que la PCR en point final, la PCR quantitative en temps réel, l'analyse par courbes de fusion, ainsi que des tests utilisant la technologie des microarrays. Cet automate est également en mesure de détecter simultanément un ou plusieurs agents pathogènes dans un même échantillon.

L'objectif principal de ce dispositif est d'obtenir rapidement des résultats fiables et exhaustifs sur divers échantillons, afin d'améliorer la rapidité de prise en charge des patients.

Le Vivalytic est un analyseur compact avec écran tactile, un emplacement pour insérer les cartouches test, un bouton unique et un scanner intégré (Figure 1). Son interface simple nécessite une formation brève. Il peut être utilisé en laboratoire ou en biologie délocalisée (directement près du patient).

Figure 1. Automate Vivalytic (Bosch®).



Les analyses s'effectuent grâce à des cartouches prêtes à l'emploi dans lesquelles l'échantillon est introduit avant insertion dans l'automate. Un module ne peut traiter qu'un seul échantillon à la fois. La durée de chaque analyse dépend du test utilisé. Ce dispositif permet ainsi de simplifier des procédures complexes et manuelles, réduisant potentiellement la charge de travail du personnel médical et technique (70).

Panel « Sexually Transmitted Infections » (STI)

Parmi les tests disponibles sur le Vivalytic, le panel "Sexually Transmitted Infections" (STI) permet la détection simultanée de dix agents pathogènes responsables d'IST, dont sept bactéries (*Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Mycoplasma genitalium*, *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum*, *Treponema pallidum* et *Haemophilus ducreyi*), deux virus (HSV-1 et HSV-2) et un parasite (*Trichomonas vaginalis*). L'analyse requiert 300 µL d'échantillon (urine ou milieu de transport d'écouvillon vaginal) et fournit un résultat en 2h20 (71).

Ce test repose sur une PCR multiplex qualitative en point final, associée à une technologie de détection par microarray intégrée directement dans la cartouche (Randox Biochip Technology®).

Le processus se déroule en plusieurs étapes entièrement automatisées :

- La lyse cellulaire : Les cellules de l'échantillon sont d'abord lysées par ultrasons pour libérer le matériel génétique.
- L'extraction et l'amplification : L'ADN est ensuite extrait, puis amplifié par PCR pour augmenter la quantité des cibles génétiques présentes. Chaque produit d'amplification sera marqué.
- La détection par biopuce : Les produits amplifiés marqués sont ensuite analysés grâce à une biopuce (ou microarray), qui contient des zones spécifiques (spots) fixées sur une surface solide. Chaque spot est recouvert de sondes oligonucléotidiques spécifiques à un pathogène ou à une cible donnée.

Dans le cas du test STI, deux spots sont attribués à chaque agent pathogène recherché, et cinq spots sont réservés aux contrôles internes : deux pour vérifier la qualité de l'extraction et de l'amplification, et trois pour le bon déroulement de la réaction de détection (contrôles de conjugaison). La détection repose sur l'ajout d'un « révélateur » qui va permettre l'émission d'un signal chimioluminescent : si un ADN cible est présent, une réaction lumineuse est générée au niveau du spot correspondant. Ce signal est capté par une caméra intégrée dans l'automate, puis analysé par le système. Le Vivalytic produit ensuite un rapport automatique, indiquant pour chaque cible si elle est détectée ou non (72). En résumé, l'apparition d'un signal sur deux spots, autre que ceux des contrôles internes, indique la présence de l'agent pathogène correspondant.

Figure 2. Cartouche STI, Vivalytic (Bosch®).



Figure 3. Schéma représentant la disposition des spots des différents pathogènes sur la puce microarray du panel STI Vivalytic (Bosch®).



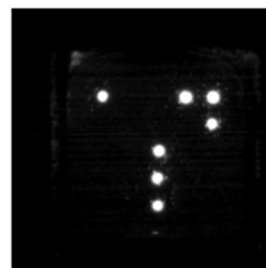
- | | |
|--|---|
|  Spots correspondant à <i>C. trachomatis</i> |  Spots correspondant à <i>T. pallidum</i> |
|  Spots correspondant à <i>N. gonorrhoeae</i> |  Spots correspondant à <i>H. ducreyi</i> |
|  Spots correspondant à <i>M. genitalium</i> |  Spots correspondant à HSV-1 |
|  Spots correspondant à <i>M. hominis</i> |  Spots correspondant à HSV-2 |
|  Spots correspondant à <i>U. urealyticum</i> |  Spots correspondant à <i>T. vaginalis</i> |
|  Spots correspondant aux contrôles de conjugaison | |
|  Spots correspondant aux contrôles d'extraction/d'amplification | |

Figure 4. Exemple d'un résultat positif obtenu avec le Vivalytic (Bosch®) pour *C. trachomatis*.

Résultat

Valide

***C. trachomatis* positif**



Cibles	Résultat
HSV 1	Négatif
HSV 2	Négatif
<i>C. trachomatis</i>	Positif
<i>H. ducreyi</i>	Négatif
<i>M. genitalium</i>	Négatif
<i>M. hominis</i>	Négatif
<i>N. gonorrhoeae</i>	Négatif
<i>T. pallidum</i>	Négatif
<i>U. urealyticum</i>	Négatif
<i>T. vaginalis</i>	Négatif

Objectif

L'objectif de ce travail est d'évaluer les performances du panel "Sexually Transmitted Infections" (STI) développé sur l'automate Vivalytic (Bosch®), dans la détection des agents responsables d'IST bactériennes. Cette évaluation est réalisée en comparaison avec les méthodes actuellement utilisées en routine au laboratoire de Bactériologie du CHU de Lille, pour la détection de *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae* ainsi que des mycoplasmes urogénitaux.

Matériel et méthode

Il s'agit d'une étude prospective monocentrique non interventionnelle menée entre le 1^{er} septembre 2023 et le 31 décembre 2023 au laboratoire de Bactériologie du CHU de Lille. Au cours de cette période, tous les hommes et les femmes ayant bénéficié de prélèvements urinaires ou vaginaux, dans le cadre d'un dépistage ou d'un diagnostic d'IST, ont été inclus. Les échantillons provenaient des services de Gynécologie-Obstétrique, de Spermiologie, des Urgences Médico-Chirurgicales et de l'Unité Hospitalière Sécurisée Interrégionale (qui accueille les détenus incarcérés en milieu pénitentiaire) du CHU de Lille.

Dans un premier temps les échantillons ont été analysés à l'aide des méthodes utilisées en routine au laboratoire de Bactériologie du CHU de Lille, à savoir la PCR CT/NG sur cobas 4800 (Roche®) pour la détection de *C. trachomatis* et *N. gonorrhoeae*, et le kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur automate BD MAX (Becton Dickinson®) pour la détection des mycoplasmes urogénitaux. Ensuite, tous les échantillons ont été réanalysés avec le panel STI sur le Vivalytic (Bosch®).

1. Cobas 4800 (Roche®) pour la détection de *C. trachomatis* et *N. gonorrhoeae*

Pour détecter *C. trachomatis* et *N. gonorrhoeae*, nous avons employé la technique PCR CT/NG sur l'automate cobas 4800 (Roche®), qui se compose de deux modules distincts : l'instrument cobas x 480 et l'analyseur cobas z 480. Ce test automatisé repose sur une PCR multiplex en temps réel et permet de détecter *in vitro* les acides nucléiques de *C. trachomatis* (gène *ompA* et la région cryptique du plasmide) et de *N. gonorrhoeae* (région DR-9, spécifique du génome).

Les échantillons sont préparés dans le milieu tampon Cobas fourni, selon les recommandations du fabricant : par mélange volume à volume pour les échantillons urinaires, ou par immersion de l'écouvillon pour les prélèvements vaginaux. Le volume minimal requis pour l'analyse est de 1 mL pour les prélèvements vaginaux et 1,5 mL pour les prélèvements urinaires. Les échantillons sont ensuite traités sur l'instrument cobas x 480 pour l'extraction de l'ADN. Une fois l'extraction terminée, les échantillons sont transférés sur l'analyseur cobas z 480 pour l'amplification par PCR, réalisée sur 35 à 45 cycles. La détection de *C. trachomatis*

et *N. gonorrhoeae* s'effectue simultanément à l'aide de sondes fluorescentes spécifiques, dont la fluorescence est mesurée à différentes longueurs d'ondes. Le processus complet, de la préparation des échantillons à l'obtention des résultats, dure 3 à 4 heures et permet d'analyser jusqu'à 94 échantillons simultanément.

2. Kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur automate BD MAX (Becton Dickinson®) pour la détection des mycoplasmes urogénitaux

Pour la détection de *M. genitalium*, *M. hominis* et *U. urealyticum*, nous avons utilisé le kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur automate BD MAX (Becton Dickinson®). Ce système automatisé de diagnostic *in vitro* utilise une PCR multiplex en temps réel et assure toutes les étapes, de l'extraction de l'ADN à l'amplification et la détection, dans le même appareil. Ce dispositif permet la détection des acides nucléiques de *M. genitalium* (gène 1 de l'opéron MgPa), *M. hominis* (gène 2 gap), *U. urealyticum* (région UUR10_0680 du gène 3) et *U. parvum* (région UP063 du gène 3).

Les échantillons sont mélangés avec le milieu BD MAX Sample Buffer Tube fourni dans le kit, en ajoutant 100 µL de prélèvement vaginal ou 500 µL de prélèvement urinaire. Les Sample Buffer Tube sont ensuite placés sur le rack de l'automate avec les bandelettes réactives unitaires contenant tous les consommables nécessaires. L'extraction des acides nucléiques a lieu directement dans ces bandelettes. Après l'extraction, l'ADN est transféré pour l'amplification sur une carte PCR comportant 24 chambres individuelles, chaque échantillon étant analysé dans une chambre distincte. L'amplification est réalisée sur environ 40 cycles, avec une détection simultanée des mycoplasmes urogénitaux grâce à des sondes fluorescentes, dont les spécificités sont présentées dans le Tableau 6. Cette méthode, en incluant la préparation des échantillons, permet de fournir des résultats en environ 3 heures, et peut traiter jusqu'à 24 échantillons simultanément.

	<i>M. genitalium</i>	<i>M. hominis</i>	<i>U. urealyticum</i>	<i>U. parvum</i>
Sondes	FAM	Texas Red	HEX	Cy5
Longueurs d'ondes (nm)	475/520	585/630	530/565	630/665

Tableau 6. Sondes et longueurs d'ondes associées pour chaque mycoplasme urogénital du kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur automate BD MAX (Becton Dickinson®).

3. Panel STI sur l'automate Vivalytic (Bosch®)

Le panel STI de l'automate Vivalytic (Bosch®) est un dispositif automatisé utilisant une PCR multiplex en point final, pour détecter simultanément dix pathogènes : *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. genitalium*, *M. hominis*, *U. urealyticum*, *T. pallidum*, *H. ducreyi*, *HSV-1*, *HSV-2* et *T. vaginalis*. Ce panel se présente sous forme d'une cartouche qui ne peut traiter qu'un seul échantillon. La préparation des échantillons suit les instructions du fabricant : il suffit d'ajouter 300 µL d'échantillon urinaire ou vaginal dans la cartouche, puis de l'insérer dans l'automate. Tous les réactifs nécessaires sont présents dans la cartouche, qui gère l'extraction, l'amplification, jusqu'à 32 cycles, et la détection des pathogènes via une puce de microarray, à l'aide de sondes chimiluminescentes. L'automate Vivalytic (Bosch®) ne peut traiter qu'une cartouche à la fois et fournit des résultats en 2h30, incluant la préparation des échantillons.

4. Analyse des résultats

Les résultats obtenus avec le panel STI sur l'automate Vivalytic (Bosch®) ont été comparés à ceux recueillis par la méthode PCR CT/NG sur l'automate cobas 4800 (Roche®) pour la détection de *N. gonorrhoeae* et *C. trachomatis*, ainsi qu'à ceux obtenus par la méthode BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur l'automate BD MAX (Becton Dickinson®) pour la détection de *M. genitalium*, *M. hominis* et *U. urealyticum*. Pour chacun de ces pathogènes, la sensibilité (Se), la spécificité (Sp) ainsi que la valeur prédictive positive (VPP) et la valeur prédictive négative (VPN) ont été calculées.

Résultats

1. Population et échantillons

Au cours de la période d'étude, 251 patients ont été inclus. Leurs caractéristiques sont présentées dans le Tableau 7. Au total, 277 cartouches ont été utilisées, parmi lesquelles 26 étaient invalides, correspondant à 19 patients.

Age	25 [13.0 ; 69.0]
Sexe	
- Hommes	109
- Femmes	142
Services	
- Urgences	43
- Gynécologie-Obstétrique	
• Urgences	84
• Consultations	33
- Spermiologie	12
- UHSI	79
Symptômes (n = 127) [97 ♀ ; 30 ♂]	
- Douleurs pelviennes	65
- Signes fonctionnels urinaires	37
- Hyperthermie	23
- Nausées/vomissements	19
- Douleurs lombaires	16
- Tuméfaction des organes génitaux	15
- Troubles digestifs	13
- Vésicules/érosions blanchâtres sur les organes génitaux	4
- Métrorragies	30
- Leucorrhées malodorantes et/ou abondantes	24
- Douleurs/irritations/brûlures vulvaires	10
- Prurit vulvaire	7
- Dyspareunie	2
- Écoulements urétraux	9
- Douleurs testiculaires	11
- Douleurs au pénis	3

Tableau 7. Caractéristiques des 251 patients inclus dans l'étude.

Au total, 251 échantillons ont été inclus dans cette étude, comprenant 132 prélèvements urinaires (109 provenant d'hommes et 23 de femmes) et 119 prélèvements vaginaux. Les prélèvements vaginaux étaient répartis de la manière suivante : 84 échantillons ont été collectés au sein des Urgences de Gynécologie de l'Hôpital Jeanne de Flandre, 33 lors de consultations gynécologiques dans le même établissement, et 2 au niveau des Urgences de Salengro. Pour les prélèvements urinaires, 41 provenaient des Urgences de Salengro (30 hommes et 11 femmes), 12 ont été collectés dans le service de Spermiologie de Jeanne de Flandre, et 79 étaient issus de l'UHSI (67 hommes et 12 femmes).

Parmi les 251 prélèvements urogénitaux, 127 prélèvements étaient réalisés dans un but diagnostique au sein des Urgences médico-chirurgicales (n = 43) ou des Urgences gynécologiques (n = 84) ; 45 étaient réalisés dans un contexte de dépistage soit lors de consultations gynécologiques (n = 33) soit dans le service de Spermiologie (n = 12) ; et 79 étaient réalisés chez des personnes en détention sans renseignements cliniques associés.

2. Résultats

a. PCR CT/NG sur cobas 4800 (Roche®)

Parmi les 251 échantillons inclus dans l'étude, 129 ont été détectés positifs à au moins un des deux pathogènes (*C. trachomatis* ou *N. gonorrhoeae*) sur l'automate cobas 4800 (Roche®), prélevés chez 60 femmes et 69 hommes. Parmi ces 129 positifs, 100 étaient exclusivement positifs à *C. trachomatis*, 21 à *N. gonorrhoeae*, tandis que 8 cas révélaient une co-infection à *C. trachomatis* et *N. gonorrhoeae*.

b. Kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur l'automate BD MAX (Becton Dickinson®)

Parmi les 251 échantillons testés avec le Kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur l'automate BD MAX (Becton Dickinson®), 142 tests ont révélé la présence d'au moins un mycoplasme urogénital, répartis entre 100 femmes et 42 hommes. Les résultats incluaient 15 tests positifs pour *M. genitalium*, 63 pour *M. hominis*, 50 pour *U. urealyticum* et 88 pour *U. parvum*.

Parmi les 142 tests positifs, 8 échantillons étaient exclusivement positifs pour *M. genitalium*, 8 pour *M. hominis*, 18 pour *U. urealyticum* et 43 pour *U. parvum*. Les 65 échantillons autres échantillons étaient positifs à au moins un autre mycoplasme urogénital.

c. Panel STI sur l'automate Vivalytic (Bosch®)

Parmi les 251 échantillons analysés, l'utilisation du panel STI sur l'automate Vivalytic (Bosch®) a permis de détecter 156 tests positifs à au moins un des dix pathogènes ciblés, répartis entre 80 femmes et 76 hommes. La distribution des résultats était la suivante : 97 tests positifs à *C. trachomatis*, 29 pour *N. gonorrhoeae*, 10 pour *M. genitalium*, 46 pour *U. urealyticum*, 45

pour *M. hominis*, 3 pour HSV-1, 1 pour HSV-2, 5 pour *T. vaginalis*, et aucun cas détecté pour *H. ducreyi* ou *T. pallidum*.

Au sein des 156 tests revenus positifs, 56 échantillons étaient exclusivement positifs pour *C. trachomatis*, 13 pour *N. gonorrhoeae*, 4 pour *M. genitalium*, 9 pour *U. urealyticum*, 7 pour *M. hominis*, 1 test pour HSV-1 et 1 pour HSV-2. Les 65 échantillons restants étaient tous positifs à au moins un autre pathogène du panel.

3. Comparaison du panel STI aux autres méthodes

a. *Neisseria gonorrhoeae*

<i>N. gonorrhoeae</i>	Positifs sur cobas	Négatifs sur cobas	Total
Positifs sur Vivalytic	29	0	29
Négatifs sur Vivalytic	0	222	222
Total	29	222	251

Se = 100% Sp = 100% VPP = 100% VPN = 100%

Tableau 8. Résultats obtenus pour *N. gonorrhoeae* avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport à ceux obtenus avec la PCR CT/NG sur cobas 4800 (Roche®).

b. *Chlamydia trachomatis*

<i>C. trachomatis</i>	Positifs sur cobas	Négatifs sur cobas	Total
Positifs sur Vivalytic	97	0	97
Négatifs sur Vivalytic	11	143	154
Total	108	143	251

Se = 89,8% Sp = 100% VPP = 100% VPN = 92,9%

Tableau 9. Résultats obtenus pour *C. trachomatis* avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport à ceux obtenus avec la PCR CT/NG sur cobas 4800 (Roche®).

Le Vivalytic a identifié 97 échantillons positifs parmi les 108 détectés comme positifs par la méthode cobas 4800 (Roche®). Parmi les 11 échantillons discordants, 10 présentaient des Ct tardifs sur le cobas 4800, avec des valeurs comprises entre 35,2 et 38. Par ailleurs, 5 des échantillons discordants étaient positifs à au moins un autre des dix pathogènes inclus dans le panel STI, répartis comme suit : 3 échantillons positifs pour *N. gonorrhoeae*, 1 pour *M. genitalium* et 1 associant *M. genitalium* et *T. vaginalis*. Il est à noter que ces 5 échantillons figuraient parmi les 10 échantillons ayant un Ct tardif, avec des valeurs comprises entre 35,2 et 37,6.

c. *Mycoplasma genitalium*

<i>M. genitalium</i>	Positifs sur BD MAX	Négatifs sur BD MAX	Total
Positifs sur Vivalytic	10	0	10
Négatifs sur Vivalytic	5	236	241
Total	15	236	251

Se = 66,7% Sp = 100% VPP = 100% VPN = 97,9%

Tableau 10. Résultats obtenus pour *M. genitalium* avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport à ceux obtenus avec le kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur BD MAX (Becton Dickinson®).

L'automate Vivalytic a détecté 10 résultats positifs pour *M. genitalium* parmi les 15 identifiés comme positifs par la méthode BD MAX (Becton Dickinson®). Parmi les 5 échantillons discordants, 3 présentaient des Ct tardifs sur le BD MAX, avec des valeurs comprises entre 37,6 et 38,9. De plus, les 5 échantillons discordants étaient également positifs à au moins un autre des dix pathogènes inclus dans le panel STI. La répartition était la suivante : 4 échantillons positifs pour *C. trachomatis* et 1 associant *M. hominis* et *T. vaginalis*.

d. *Mycoplasma hominis*

<i>M. hominis</i>	Positifs sur BD MAX	Négatifs sur BD MAX	Total
Positifs sur Vivalytic	45	0	45
Négatifs sur Vivalytic	18	188	206
Total	63	188	251

Se = 71,4% Sp = 100% VPP = 100% VPN = 91,2%

Tableau 11. Résultats obtenus pour *M. hominis* avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport à ceux obtenus avec le kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur BD MAX (Becton Dickinson®).

Le Vivalytic a identifié 45 échantillons positifs pour *M. hominis* parmi les 63 positifs détectés par la méthode BD MAX (Becton Dickinson®). Au total, 18 échantillons discordants ont été observés, ceux-ci étaient négatifs avec le Vivalytic mais positifs avec le BD MAX. Parmi ces échantillons discordants, 15 étaient également positifs à un autre des dix pathogènes présents dans le panel STI. La distribution était la suivante : 5 positifs pour *C. trachomatis*, 1 pour HSV-2, 1 pour *U. urealyticum*, 6 associant *C. trachomatis* et *U. urealyticum*, 1 associant *C. trachomatis* et *N. gonorrhoeae* et 1 associant *N. gonorrhoeae*, *M. genitalium* et

U. urealyticum. Un échantillon parmi les discordants présentait un Ct tardif sur le BD MAX, avec une valeur de 36,5, sans association à la positivité d'un autre pathogène détecté par le panel.

e. *Ureaplasma urealyticum*

<i>U. urealyticum</i>	Positifs sur BD MAX	Négatifs sur BD MAX	Total
Positifs sur Vivalytic	44	2	46
Négatifs sur Vivalytic	6	199	205
Total	50	201	251

Se = 88% Sp = 99% VPP = 95,6% VPN = 97,1%

Tableau 12. Résultats obtenus pour *U. urealyticum* avec le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) par rapport au kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) sur BD MAX (Becton Dickinson®).

Le Vivalytic a identifié 44 résultats positifs pour *U. urealyticum* parmi les 50 détectés comme positifs par la méthode BD MAX (Becton Dickinson®). Au total, 8 échantillons discordants ont été observés. 6 des échantillons discordants étaient négatifs avec le Vivalytic mais positifs avec le BD MAX, parmi lesquels 3 présentaient des Ct tardifs, avec des valeurs comprises entre 35,7 et 37,1. Par ailleurs, 4 de ces échantillons étaient également positifs à un autre des dix pathogènes inclus dans le panel STI. La répartition était la suivante : 2 échantillons positifs pour *C. trachomatis*, 1 pour *N. gonorrhoeae* et 1 pour *M. hominis*. Il est important de noter que les 3 échantillons avec des Ct tardifs figuraient parmi les 4 échantillons positifs à plusieurs pathogènes du panel. Les 2 autres échantillons discordants étaient positifs avec le Vivalytic mais négatifs avec le BD MAX. Ces 2 échantillons étaient également positifs à un autre germe du panel STI, répartis comme suit : 1 positif à *M. hominis* et 1 associant *N. gonorrhoeae* et *M. genitalium*.

Discussion

Le dépistage des IST est un levier majeur pour freiner la transmission. Il doit reposer sur des méthodes rapides et sensibles. Son objectif premier est d'identifier et de traiter les patients sans délai afin de prévenir les complications.

Le système Vivalytic est une méthode d'analyse simple et intuitive, ne nécessitant aucune compétence spécifique en biologie moléculaire. Cette facilité d'usage élargit le champ des professionnels de santé pouvant l'utiliser. Conçu pour une utilisation au coup par coup, ce système permet la détection simultanée d'un large panel de micro-organismes responsables d'IST à partir de divers échantillons faciles à obtenir. Sa rapidité d'analyse offre une grande flexibilité, notamment dans les situations d'urgence, en réduisant considérablement le temps d'attente pour les résultats.

Cependant, l'automate dont le prix d'acquisition avoisine une quinzaine de milliers d'euros, présente un coût par analyse légèrement supérieur à celui des méthodes adaptées aux gros volumes (environ 60 € par test), et sa capacité limitée à un seul échantillon à la fois le rend peu adapté aux analyses à grande échelle.

De plus, les cibles utilisées pour la détection des différents pathogènes inclus dans le panel STI ne sont pas précisées. Ces informations auraient été particulièrement utiles pour effectuer une comparaison approfondie avec les méthodes actuellement utilisées en routine, pouvant expliquer les éventuelles discordances observées dans les résultats.

Notre étude a évalué les performances diagnostiques du panel STI sur l'automate Vivalytic (Bosch®) en comparant aux méthodes de référence cobas 4800 (Roche®) et BD MAX (Becton Dickinson®).

Dans notre série, Vivalytic a confirmé une spécificité et une VPP quasi parfaites (proches des 100%) pour l'ensemble des cibles, garantissant une excellente fiabilité des résultats positifs. La sensibilité variait selon le pathogène : optimale pour *N. gonorrhoeae* (100%), élevée pour *U. urealyticum* (88%) et *C. trachomatis* (89,8%), modérée pour *M. hominis* (71,4%) et plus faible pour *M. genitalium* (66,7%).

Ces résultats sont cohérents avec les performances déjà décrites pour ce panel. Dans l'étude de Planinić et al. (2022), menée chez 15 patients avec divers types d'échantillons (rectal, urine, liquide céphalo-rachidien, pharyngé, cutané, lésion ulcérée, vaginal), le panel STI, comparé aux méthodes de routine Abbott RealTime CT/NG et Simplexa HSV-1/2, a montré une concordance de 93,3% (14 sur les 15 résultats concordaient, le dernier étant sorti invalide pour un HSV-1).

Les discordances observées dans notre cohorte concernaient majoritairement des charges bactériennes faibles (avec des Ct tardifs compris entre 35,2 et 38,9) et des situations de co-infections, suggérant des phénomènes de compétition au moment de l'amplification, lors de la présence simultanée de plusieurs agents infectieux.

De manière concordante avec Planinić et *al.*, l'automate n'a globalement pas identifié plus de positifs que les méthodes de référence, à l'exception de *U. urealyticum* pour lequel deux positifs supplémentaires ont été détectés par Vivalytic alors qu'ils étaient négatifs sur BD MAX dans notre étude. L'étude de Planinić et *al.*, quant à eux, décrivent deux détections additionnelles non confirmées avec les méthodes de routine (1 *M. hominis* et 1 *U. urealyticum*). Cela pourrait traduire une sensibilité accrue dans certains contextes ou, à défaut d'informations publiques sur les cibles, une différence dans le choix des cibles moléculaires.

L'absence d'échantillons positifs pour *T. pallidum* et *H. ducreyi* dans notre série n'a pas permis d'évaluer ces deux cibles, limitation également mentionnée dans l'étude de Planinić et *al.*

Le taux d'invalides observé était d'environ 9,4% (26 invalides sur 277), un taux proche de celui rapporté par Planinić et *al.*, d'environ 6,7% (1 invalide sur 15), ce qui représente un aspect technique significatif à considérer dans l'utilisation pratique du système Vivalytic (73).

Il est à noter qu'il existe peu d'études comparatives indépendantes, la littérature étant majoritairement issue des fabricants, ce qui limite pour l'instant les possibilités de comparaison et s'explique en partie par la récente mise sur le marché du panel.

La PCR multiplex, technologie au cœur de ce panel, présente des atouts majeurs en pratique clinique. Elle autorise la détection concomitante de multiples agents à partir d'un même prélèvement, ce qui optimise l'utilisation d'échantillons parfois rares, réduit le nombre de manipulations et accélère la délivrance des résultats en regroupant plusieurs tests en une seule réaction. Cette efficacité peut, selon l'organisation, se traduire par des économies de réactifs et de consommables par rapport à des PCR simples réalisées séparément, pour tester chaque pathogène du panel multiplex (74).

Enfin, ces panels offrent généralement une bonne sensibilité et spécificité, permettant la détection de faibles charges pathogènes, et la mise en évidence de co-infections souvent non identifiées par d'autres approches diagnostiques (75).

De plus, les systèmes récents de PCR multiplex sont de plus en plus intégrés dans des automates tout-en-un, dans lesquels l'ensemble des étapes processus (extraction, amplification, détection de l'ADN ou de l'ARN) sont automatisées. Cette automatisation permet une simplification majeure des manipulations, rendant l'utilisation possible par des personnels non spécialisés en biologie moléculaire. Cela ouvre la voie à un fonctionnement en continu,

24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, y compris en dehors des laboratoires, directement au lit du patient dans le cadre de dispositifs de type « point-of-care ».

Ces avantages s'accompagnent toutefois de limites. La conception d'un test multiplex est exigeante : l'optimisation des amorces est cruciale pour éviter interactions non spécifiques et dimères, sous peine d'altérer les performances du test (76). En cas de co-infection, la présence d'un pathogène en forte quantité peut monopoliser les réactifs, réduisant la capacité d'amplification des pathogènes présents en moindre concentration, ce qui peut conduire à des résultats faussement négatifs. Par ailleurs, certains variants de séquence peuvent ne pas être détectés, et la présence d'inhibiteurs peut altérer les résultats (77).

Par définition, les panels multiplex ciblent les principaux agents d'un syndrome donné : un résultat négatif n'exclut donc pas toujours une étiologie infectieuse, et des investigations complémentaires restent nécessaires si le tableau clinique est évocateur.

L'interprétation clinique requiert enfin de la prudence : détecter un génome ne signifie pas qu'il est responsable de l'épisode en cours. Des fragments résiduels d'ADN/ARN d'infections anciennes ou la détection de germes commensaux peuvent compliquer la lecture (75). Dans notre étude, la mise en évidence de *M. hominis* et *U. urealyticum*, parfois présents dans la flore génitale normale, doit ainsi être corrélée au contexte clinique et à la co-détection éventuelle d'agents classiquement responsables d'IST (3).

Finalement, bien que l'automate Vivalytic représente un investissement non négligeable, et qu'il ne soit pas adapté aux laboratoires traitant de très gros volumes d'échantillons, ses caractéristiques en font un outil parfaitement indiqué pour une utilisation en point-of-care. Sa simplicité d'utilisation, l'automatisation complète du processus, la rapidité d'obtention des résultats et la possibilité de réaliser un diagnostic syndromique exhaustif à partir d'un seul échantillon sont des atouts majeurs, notamment en contexte clinique où une réponse rapide est essentielle. Il constitue donc une solution pertinente pour le diagnostic ciblé des IST en dehors des laboratoires spécialisés. Toutefois, des études complémentaires restent nécessaires pour affiner l'évaluation de ses performances diagnostiques, en particulier pour les pathogènes du panel moins fréquemment rencontrés.

Références bibliographiques

1. Infections sexuellement transmissibles (IST). Disponible sur: [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-\(stis\)](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-(stis))
2. Société Française de Microbiologie. REMIC 2022 - Référentiel en Microbiologie Médicale. 7ème.
3. Carole G. Diagnostic biologique des mycoplasmes urogénitaux dans les infections génitales basses.
4. Street EJ, Justice ED, Kopa Z, Portman MD, Ross JD, Skerlev M, et al. The 2016 European guideline on the management of epididymo-orchitis. *Int J STD AIDS*. juill 2017;28(8):744-9.
5. Lipsky BA, Byren I, Hoey CT. Treatment of Bacterial Prostatitis. *Clin Infect Dis*. 15 juin 2010;50(12):1641-52.
6. Marnach ML, Wygant JN, Casey PM. Evaluation and Management of Vaginitis. *Mayo Clin Proc*. févr 2022;97(2):347-58.
7. Ortiz-de La Tabla V, Gutiérrez F. Cervicitis: Etiology, diagnosis and treatment. *Enfermedades Infecc Microbiol Clínica*. déc 2019;37(10):661-7.
8. Charvériat A, Fritel X. Diagnostic d'une infection génitale haute : critères cliniques, paracliniques, imagerie, et coelioscopie. *RPC infections génitales hautes CNGOF et SPILF. Gynécologie Obstétrique Fertil Sénologie*. mai 2019;47(5):404-8.
9. De Vries HJC, Nori AV, Kiellberg Larsen H, Kreuter A, Padovese V, Pallawela S, et al. 2021 European Guideline on the management of proctitis, proctocolitis and enteritis caused by sexually transmissible pathogens. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. juill 2021;35(7):1434-43.
10. Sankaran D, Partridge E, Lakshminrusimha S. Congenital Syphilis—An Illustrative Review. *Children*. 29 juill 2023;10(8):1310.
11. Groves MJ. Genital Herpes: A Review.
12. Brianti P, Flammoneis ED, Mercuri SR. Review of HPV-related diseases and cancers.
13. Chu C, Selwyn PA. Complications of HIV Infection: A Systems-Based Approach.
14. Ramnarain C, Govender R, Mabaso N, Abbai N. The impact of Chlamydia trachomatis infection on pregnancy and neonatal outcomes. *J Med Lab Sci Technol South Afr*. mai 2023;5(1):39-45.
15. Vallety LM, Egli-Gany D, Wand H, Pomat WS, Homer CSE, Guy R, et al. Adverse pregnancy and neonatal outcomes associated with *Neisseria gonorrhoeae*: systematic review and meta-analysis. *Sex Transm Infect*. mars 2021;97(2):104-11.
16. Malekinejad M, Barker EK, Merai R, Lyles CM, Bernstein KT, Sipe TA, et al. Risk of HIV Acquisition Among Men Who Have Sex With Men Infected With Bacterial Sexually Transmitted Infections: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sex Transm Dis*. oct 2021;48(10):e138-48.
17. HAS - Dépistage et prise en charge de l'infection à *Neisseria gonorrhoeae* : état des lieux et propositions. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-03/synthese_gonocoque_vf.pdf

18. Workowski KA, Bachmann LH, Chan PA, Johnston CM, Muzny CA, Park I, et al. Sexually Transmitted Infections Treatment Guidelines, 2021.
19. Yao H. Evaluation of Chlamydia trachomatis screening from the perspective of health economics: a systematic review.
20. Huai P, Li F, Chu T, Liu D, Liu J, Zhang F. Prevalence of genital Chlamydia trachomatis infection in the general population: a meta-analysis. BMC Infect Dis. déc 2020;20(1):589.
21. Zhong J, Le W, Li X, Su X. Evaluating the efficacy of different antibiotics against Neisseria gonorrhoeae: a pharmacokinetic/pharmacodynamic analysis using Monte Carlo simulation. BMC Infect Dis. 18 janv 2024;24(1):104.
22. Rowley J, Vander Hoorn S, Korenromp E, Low N, Unemo M, Abu-Raddad LJ, et al. Chlamydia, gonorrhoea, trichomoniasis and syphilis: global prevalence and incidence estimates, 2016. Bull World Health Organ. 1 août 2019;97(8):548-562P.
23. Wood GE. Update in Epidemiology and Management of Mycoplasma genitalium Infections. Infect Dis Clin North Am. juin 2023;37:311-33.
24. Baumann L, Cina M, Egli-Gany D, Goutaki M, Halbeisen FS, Lohrer GR, et al. Prevalence of *Mycoplasma genitalium* in different population groups: systematic review and meta-analysis. Sex Transm Infect. juin 2018;94(4):255-62.
25. Horner P, Donders G, Cusini M, Gomberg M, Jensen JS, Unemo M. Should we be testing for urogenital *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma parvum* and *Ureaplasma urealyticum* in men and women? – a position statement from the European STI Guidelines Editorial Board. J Eur Acad Dermatol Venereol. nov 2018;32(11):1845-51.
26. Deng M, Chen J, Wang Z, Zheng R, Pang W, Sun R, et al. Trends in the incidence of common sexually transmitted infections at the global, regional and national levels, 1990–2021: results of the Global Burden of Disease 2021 study. Trop Med Health. 16 mai 2025;53(1):70.
27. González-Beiras C, Marks M, Chen CY, Roberts S, Mitjà O. Epidemiology of *Haemophilus ducreyi* Infections. Emerg Infect Dis. janv 2016;22(1):1-8.
28. Chi KH, De Voux A, Morris M, Katz SS, Pillay A, Danavall D, et al. Detection of Lymphogranuloma Venereum–Associated Chlamydia trachomatis L2 Serovars in Remnant Rectal Specimens Collected from 7 US Public Health Laboratories. Sex Transm Dis. janv 2022;49(1):e26-8.
29. Kirkcaldy RD, Weston E, Segurado AC, Hughes G. Epidemiology of gonorrhoea: a global perspective. Sex Health. 2019;16(5):401.
30. Abara WE, Hess KL, Neblett Fanfair R, Bernstein KT, Paz-Bailey G. Syphilis Trends among Men Who Have Sex with Men in the United States and Western Europe: A Systematic Review of Trend Studies Published between 2004 and 2015. Lima VD, éditeur. PLOS ONE. 22 juill 2016;11(7):e0159309.
31. Steen R. Eradicating chancroid. Bull World Health Organ. 2001;
32. Bulletin Santé Publique France - Surveillance du VIH et des IST bactériennes en France en 2023.
33. SPF. Prevalence of Chlamydia trachomatis: results from the first national population-based survey in France. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et->

34. Janier M. Recommandations diagnostiques et thérapeutiques pour les maladies sexuellement transmissibles - Chancre mou. Ann Dermatol Vénéréologie. nov 2016;143(11):701-2.
35. Unemo M, Ross J, Serwin A, Gomberg M, Cusini M, Jensen J. 2020 European guideline for the diagnosis and treatment of gonorrhoea in adults. Int J STD AIDS. 29 oct 2020;0956462420949126.
36. Lautenschlager S, Kemp M, Christensen JJ, Mayans MV, Moi H. 2017 European guideline for the management of chancroid. Int J STD AIDS. mars 2017;28(4):324-9.
37. Papp JR, Schachter J, Gaydos CA, Van B. Recommendations for the Laboratory-Based Detection of Chlamydia trachomatis and Neisseria gonorrhoeae — 2014. 2014;
38. Del Giudice RA, Robillard NF, Carski TR. Immunofluorescence Identification of *Mycoplasma* on Agar by Use of Incident Illumination. J Bacteriol. avr 1967;93(4):1205-9.
39. Boyanova L. Direct Gram staining and its various benefits in the diagnosis of bacterial infections. Postgrad Med. 2 janv 2018;130(1):105-10.
40. Bignell C, Ison CA, Jungmann E. Gonorrhoea. Sex Transm Infect. 1 déc 2006;82(suppl_4):iv6-9.
41. Papp JR, Park IU, Fakile Y, Pereira L, Pillay A, Bolan GA. CDC Laboratory Recommendations for Syphilis Testing, United States, 2024. MMWR Recomm Rep. 8 févr 2024;73(1):1-32.
42. Nassim B. HAS Modification de la Nomenclature des actes de biologie médicale pour l'acte de suivi thérapeutique des patients infectés par *Treponema pallidum*. 2017;
43. Roggen E, Dyck EV, Piot P. Laboratory diagnosis of *Haemophilus ducreyi* infection.
44. Satyaputra F, Hendry S, Braddick M, Sivabalan P, Norton R. The Laboratory Diagnosis of Syphilis.
45. HAS - Diagnostic de l'infection à *Chlamydia trachomatis*. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/chlamydia_-_document_davis.pdf
46. Alfa M. The Laboratory Diagnosis of *Haemophilus ducreyi*. Can J Infect Dis Med Microbiol. janv 2005;16(1):31-4.
47. Waites KB, Crabb DM, Ratliff AE, Geisler WM, Atkinson TP, Xiao L. Latest Advances in Laboratory Detection of *Mycoplasma genitalium*. Humphries RM, éditeur. J Clin Microbiol. 23 mars 2023;61(3):e00790-21.
48. Bastidas RJ, Elwell CA, Engel JN, Valdivia RH. Chlamydial Intracellular Survival Strategies. Cold Spring Harb Perspect Med. 1 mai 2013;3(5):a010256-a010256.
49. Black CM. Current Methods of Laboratory Diagnosis of *Chlamydia trachomatis* Infections.
50. Luo Y, Xie Y, Xiao Y. Laboratory Diagnostic Tools for Syphilis: Current Status and Future Prospects. Front Cell Infect Microbiol. 8 févr 2021;10:574806.

51. Cheng A, Kirby JE. Evaluation of the Hologic Gen-Probe PANTHER, APTIMA Combo 2 Assay in a Tertiary Care Teaching Hospital. *Am J Clin Pathol.* 1 mars 2014;141(3):397-403.
52. Van Der Pol B, Williams JA, Fuller D, Taylor SN, Hook EW. Combined Testing for Chlamydia, Gonorrhea, and Trichomonas by Use of the BD Max CT/GC/TV Assay with Genitourinary Specimen Types. Munson E, éditeur. *J Clin Microbiol.* janv 2017;55(1):155-64.
53. Marlowe EM, Hardy D, Krevolin M, Gohl P, Bertram A, Arcenas R, et al. High-throughput testing of urogenital and extragenital specimens for detection of *Chlamydia trachomatis* and *Neisseria gonorrhoeae* with cobas® CT/NG. *Eur J Microbiol Immunol.* sept 2017;7(3):176-86.
54. Gupta N. DNA extraction and polymerase chain reaction. *J Cytol.* 2019;36(2):116.
55. Liu Q, Jin X, Cheng J, Zhou H, Zhang Y, Dai Y. Advances in the application of molecular diagnostic techniques for the detection of infectious disease pathogens (Review). *Mol Med Rep.* 3 avr 2023;27(5):104.
56. Cornelisse VJ, Chow EPF, Huffam S, Fairley CK, Bissessor M, De Petra V, et al. Increased Detection of Pharyngeal and Rectal Gonorrhea in Men Who Have Sex With Men After Transition From Culture To Nucleic Acid Amplification Testing. *Sex Transm Dis.* févr 2017;44(2):114-7.
57. Upton A, Bromhead C, Whiley DM. *Neisseria gonorrhoeae* False-Positive Result Obtained from a Pharyngeal Swab by Using the Roche cobas 4800 CT/NG Assay in New Zealand in 2012. *J Clin Microbiol.* mai 2013;51(5):1609-10.
58. Ripa T, Nilsson PA. A *Chlamydia trachomatis* Strain With a 377-bp Deletion in the Cryptic Plasmid Causing False-Negative Nucleic Acid Amplification Tests. *Sex Transm Dis.* mai 2007;34(5):255-6.
59. Ison CA, Golparian D, Saunders P, Chisholm S, Unemo M. Evolution of *Neisseria gonorrhoeae* is a continuing challenge for molecular detection of gonorrhoea: false negative gonococcal *porA* mutants are spreading internationally. *Sex Transm Infect.* mai 2013;89(3):197-201.
60. De Barbeyrac B, Obeniche F, Peuchant O, Bébéar C. Méthodes de diagnostic des infections à *Chlamydiae* : directes et/ou sérodiagnostic ? Que choisir ? *J Anti-Infect.* déc 2014;16(4):185-91.
61. Morré SA, Munk C, Persson K, Krüger-Kjaer S, Van Dijk R, Meijer CJLM, et al. Comparison of Three Commercially Available Peptide-Based Immunoglobulin G (IgG) and IgA Assays to Microimmunofluorescence Assay for Detection of *Chlamydia trachomatis* Antibodies. *J Clin Microbiol.* févr 2002;40(2):584-7.
62. Meyer T, Buder S. The Laboratory Diagnosis of *Neisseria gonorrhoeae*: Current Testing and Future Demands. *Pathogens.* 31 janv 2020;9(2):91.
63. Meyer T. Diagnostic Procedures to Detect *Chlamydia trachomatis* Infections. *Microorganisms.* 5 août 2016;4(3):25.
64. Guy RJ, Causer LM, Klausner JD, Unemo M, Toskin I, Azzini AM, et al. Performance and operational characteristics of point-of-care tests for the diagnosis of urogenital gonococcal infections. *Sex Transm Infect.* déc 2017;93(S4):S16-21.

65. Van Dommelen L, Van Tiel FH, Ouburg S, Brouwers EEHG, Terporten PHW, Savelkoul PHM, et al. Alarmingly poor performance in Chlamydia trachomatis point-of-care testing. Sex Transm Infect. 1 oct 2010;86(5):355-9.
66. Desclaux A. HAS - Traitement curatif des personnes infectées par Chlamydia trachomatis.
67. Alexandre P. HAS - Recommandations de prise en charge des personnes infectées par Neisseria gonorrhoeae.
68. HAS - Traitement curatif des personnes infectées par Mycoplasma genitalium.
69. Alexandre P. HAS - Recommandations de prise en charge des personnes ayant une syphilis.
70. Vivalytic. Vivalytic from Bosch | The all-in-one solution for molecular diagnostics. Disponible sur: <https://www.bosch-vivalytic.com/en/>
71. Vivalytic (Bosch) - Notice STI Test. Disponible sur: https://www.bosch-vivalytic.com/media/images_1/documents/ifus_onepager/ifu-sti-22-languages.pdf
72. RANDOX - Vivalytic - The all in one molecular solution. Disponible sur: <https://www.randox.com/wp-content/uploads/delightful-downloads/2022/10/LT735-Vivalytic-Brochure-CORPORATE-Sep22.pdf>
73. Planinic A, Begovac J, Bolaric B. Evaluation of a multiplex real-time PCR assay for the diagnosis of sexually-transmitted infections. Mol Exp Biol Med. 16 déc 2022;4(1):43-6.
74. Decousser JW. Les tests d'amplification en chaîne par polymérase (PCR) multiplexes et les panels syndromiques.
75. Plouzeau C, Paccalin M, Beby-Defaux A, Giraudeau G, Godet C, Agius G. Diagnostic et surveillance épidémiologique des infections grippales et à virus respiratoire syncytial: intérêt de la PCR multiplex. Médecine Mal Infect. nov 2007;37(11):728-33.
76. Elnifro EM, Ashshi AM, Cooper RJ, Klapper PE. Multiplex PCR: Optimization and Application in Diagnostic Virology.
77. BIOFIRE SPOTFIRE Respiratory (R) Panel - Biomérieux (Instructions).

Université de Lille
UFR3S-Pharmacie
DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE
Année Universitaire 2025/2026

Nom : DEFOSSEZ

Prénom : Alizé

Titre de la thèse : Évaluation d'un nouveau panel syndromique (STI, Vivalytic Bosch®) dans le diagnostic des infections sexuellement transmissibles bactériennes.

Mots-clés : infections sexuellement transmissibles, IST, diagnostic, Vivalytic (Bosch®), panel STI, PCR multiplex

Résumé :

Introduction :

Les infections sexuellement transmissibles (IST) regroupent diverses infections bactériennes, virales et parasitaires, souvent asymptomatiques mais à l'origine de complications sévères. Le diagnostic des IST s'appuie aujourd'hui majoritairement sur les approches moléculaires. Dans ce contexte se développent de nouvelles technologies basées sur de la PCR multiplex, telles que le panel STI sur automate Vivalytic (Bosch®) permettant à partir d'un même échantillon la détection simultanée de : *Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Mycoplasma genitalium*, *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum*, *Treponema pallidum*, *Haemophilus ducreyi*, HSV-1, HSV-2 et *Trichomonas vaginalis*.

Objectif :

Évaluer les performances du panel STI sur automate Vivalytic (Bosch®) pour la détection des agents responsables d'IST bactériennes, en comparaison avec les méthodes de référence utilisées au CHU de Lille pour la détection de *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae* et des mycoplasmes urogénitaux.

Matériel et méthodes :

Entre septembre et décembre 2023, étude prospective monocentrique non interventionnelle menée au laboratoire de Bactériologie du CHU de Lille. Des prélèvements réalisés pour un dépistage ou diagnostic d'IST ont été analysés par les méthodes de routine (PCR CT/NG cobas 4800 (Roche®) pour la détection de *C. trachomatis* et *N. gonorrhoeae*, et le kit BioGX *Mycoplasma-Ureaplasma*-OSR (BioGX®) BD MAX (Becton Dickinson®) pour la détection des mycoplasmes urogénitaux, puis réanalysés avec le panel STI Vivalytic (Bosch®).

Résultats :

Le panel STI Vivalytic (Bosch®) a montré les performances suivantes : *N. gonorrhoeae* (sensibilité (Se) = 100% ; spécificité (Sp) = 100%), *C. trachomatis* (Se = 89,8% ; Sp = 100%), *M. genitalium* (Se = 66,7% ; Sp = 100%), *M. hominis* (Se = 71,4% ; Sp = 100%) et *U. urealyticum* (Se = 88% ; Sp = 99%), avec des valeurs prédictives positives $\geq 95\%$ et valeurs prédictives négatives $\geq 91\%$.

Conclusion :

Bien que le panel STI sur Vivalytic (Bosch®) ne soit pas adapté pour un usage de routine à grand volume, ce test présente toutefois un intérêt pour une utilisation en point-of-care.

Membres du jury :

Président : Monsieur le Professeur Benoît FOLIGNE, Professeur des Universités, Faculté de Pharmacie de Lille

Directrice : Madame le Docteur Claire DUPLOYEZ, PH, CHU de Lille

Assesseurs : Madame le Docteur Caroline LOIEZ, PH, CHU de Lille
Madame le Docteur Amélie LESUEUR, PH, CH de Saint Philibert
Monsieur le Docteur Antoine MEHEUT, PH, CH de Valenciennes