



Télé-pathologie et smartphones : un outil efficace ?

Maxime Arnaud

► To cite this version:

Maxime Arnaud. Télé-pathologie et smartphones : un outil efficace ?. Médecine humaine et pathologie. 2014. dumas-01081704

HAL Id: dumas-01081704

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01081704>

Submitted on 10 Nov 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN

ANNEE 2014

N°

THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'état)

PAR

Maxime ARNAUD

Né le 8 Octobre 1984 à Rouen

Présentée et soutenue publiquement le 7 Octobre 2014

**TELE-PATHOLOGIE ET SMARTPHONES :
UN OUTIL EFFICACE ?
ETUDE PROSPECTIVE CONCERNANT 103 DEMANDES D'AVIS**

PRESIDENT DU JURY :

Pr Jean Christophe SABOURIN

DIRECTEUR DE THESE :

Dr Christel BOIVIN

MEMBRES DU JURY :

Pr Stefan DARMONI

Pr Emmanuel GERARDIN

ANNEE UNIVERSITAIRE 2013 – 2014
U.F.R. DE MEDECINE-PHARMACIE DE ROUEN

DOYEN : **Professeur Pierre FREGER**

ASSESSEURS : **Professeur Michel GUERBET**
Professeur Benoît VEBER
Professeur Pascal JOLY

DOYENS HONORAIRES : **Professeurs J. BORDE - Ph. LAURET - H. PIGUET – C. THUILLEZ**

PROFESSEURS HONORAIRES : **MM. M-P AUGUSTIN - J.ANDRIEU-GUITRANCOURT – M.BENOZIO- J.BORDE - Ph. BRASSEUR - R. COLIN - E. COMOY - J. DALION -. DESHAYES - C. FESSARD – J.P FILLASTRE - P.FRIGOT -J. GARNIER - J. HEMET - B. HILLEMAND - G. HUMBERT - J.M. JOUANY - R. LAUMONIER – Ph. LAURET - M. LE FUR – J.P. LEMERCIER - J.P LEMOINE - Mle MAGARD - MM. B. MAITROT - M. MAISONNET - F. MATRAY - P.MITROFANOFF - Mme A. M. ORECCHIONI - P. PASQUIS - H.PIGUET - M.SAMSON – Mme SAMSON-DOLLFUS – J.C. SCHRUB - R.SOYER - B.TARDIF -.TESTART - J.M. THOMINE – C. THUILLEZ - P.TRON - C.WINCKLER - L.M.WOLF**

I - MEDECINE

PROFESSEURS

M. Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie Plastique
M. Bruno BACHY (<i>Surnombre</i>)	HCN	Chirurgie pédiatrique
M. Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya BEKRI	HCN	Biochimie et Biologie Moléculaire
M. Jacques BENICHO	HCN	Biostatistiques et informatique médicale

M. Jean-Paul BESSOU vasculaire	HCN	Chirurgie thoracique et cardio-
Mme Françoise BEURET-BLANQUART (<i>Surnombre</i>)	CRMPR	Médecine physique et de réadaptation
M. Guy BONMARCHAND	HCN	Réanimation médicale
M. Olivier BOYER	UFR	Immunologie
M. Jean-François CAILLARD (<i>Surnombre</i>)	HCN	Médecine et santé au Travail
M. François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
M. Philippe CHASSAGNE	HB	Médecine interne (Gériatrie)
M. Vincent COMPERE chirurgicale	HCN	Anesthésiologie et réanimation
M. Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
M. Pierre CZERNICHOW	HCH	Epidémiologie, économie de la santé
M. Jean - Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et Imagerie Médicale
M. Stéfan DARMONI communication	HCN	Informatique Médicale/Techniques de
M. Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition
Mme Danièle DEHESDIN (<i>Surnombre</i>)	HCN	Oto-Rhino-Laryngologie
M. Jean DOUCET Gériatrie.	HB	Thérapeutique/Médecine – Interne -
M. Bernard DUBRAY	CB	Radiothérapie
M. Philippe DUCROTTE	HCN	Hépat – Gastro - Entérologie
M. Frank DUJARDIN Traumatologique	HCN	Chirurgie Orthopédique -
M. Fabrice DUPARC Traumatologique	HCN	Anatomie - Chirurgie Orthopédique et
M. Bertrand DUREUIL chirurgicale	HCN	Anesthésiologie et réanimation
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie
M. Thierry FREBOURG	UFR	Génétique
M. Pierre FREGER	HCN	Anatomie/Neurochirurgie
M. Jean François GEHANNO	HCN	Médecine et Santé au Travail
M. Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie Médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
M. Michel GODIN	HB	Néphrologie
M. Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
M. Philippe GRISE	HCN	Urologie
M. Didier HANNEQUIN	HCN	Neurologie
M. Fabrice JARDIN	CB	Hématologie
M. Luc-Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
M. Pascal JOLY	HCN	Dermato - vénéréologie

M. Jean-Marc KUHN métaboliques	HB	Endocrinologie et maladies
Mme Annie LAQUERRIERE	HCN	Anatomie cytologie pathologiques
M. Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
M. Joël LECHEVALLIER	HCN	Chirurgie infantile
M. Hervé LEFEBVRE métaboliques	HB	Endocrinologie et maladies
M. Thierry LEQUERRE	HB	Rhumatologie
M. Eric LEREBOURS	HCN	Nutrition
Mme Anne-Marie LEROI	HCN	Physiologie
M. Hervé LEVESQUE	HB	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie Infantile
M. Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie Cardiaque
M. Bertrand MACE	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
M. David MALTETE	HCN	Neurologie
M. Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie
Mme Isabelle MARIE	HB	Médecine Interne
M. Jean-Paul MARIE	HCN	ORL
M. Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie - obstétrique
M. Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
M. Pierre MICHEL	HCN	Hépto - Gastro - Entérologie
M. Francis MICHOT	HCN	Chirurgie digestive
M. Bruno MIHOUT (<i>Surnombre</i>)	HCN	Neurologie
M. Jean-François MUIR	HB	Pneumologie
M. Marc MURAIN	HCN	Ophtalmologie
M. Philippe MUSETTE	HCN	Dermatologie - Vénéréologie
M. Christophe PEILLON	HCN	Chirurgie générale
M. Jean-Marc PERON	HCN	Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale
M. Christian PFISTER	HCN	Urologie
M. Jean-Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie - Virologie
M. Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
M. Bernard PROUST	HCN	Médecine légale
M. François PROUST	HCN	Neurochirurgie
Mme Nathalie RIVES reprod.	HCN	Biologie et méd. du dévelop. et de la
M. Jean-Christophe RICHARD (<i>Mise en dispo</i>) d'urgence	HCN	Réanimation Médicale, Médecine
M. Horace ROMAN	HCN	Gynécologie Obstétrique
M. Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie – Pathologie

M. Guillaume SAVOYE	HCN	Hépto – Gastro
Mme Céline SAVOYE – COLLET	HCN	Imagerie Médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
M. Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Thérapeutique
Mme Florence THIBAUT	HCN	Psychiatrie d'adultes
M. Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
M. Christian THUILLEZ	HB	Pharmacologie
M. Hervé TILLY	CB	Hématologie et transfusion
M. François TRON (<i>Surnombre</i>)	UFR	Immunologie
M. Jean-Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
M. Jean-Pierre VANNIER	HCN	Pédiatrie génétique
M. Benoît VEBER chirurgicale	HCN	Anesthésiologie Réanimation
M. Pierre VERA	C.B	Biophysique et traitement de l'image
M. Eric VERIN	CRMPR	Médecine physique et de réadaptation
M. Eric VERSPYCK	HCN	Gynécologie obstétrique
M. Olivier VITTECOQ	HB	Rhumatologie
M. Jacques WEBER	HCN	Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES

Mme Noëlle BARBIER-FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
M. Jeremy BELLIEN	HCN	Pharmacologie
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
M. Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Physiologie
Mme Sophie CLAEYSSSENS	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
M. Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
M. Stéphane DERREY	HCN	Neurochirurgie
M. Eric DURAND	HCN	Cardiologie
M. Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
M. Serge JACQUOT	UFR	Immunologie
M. Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
M. Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie Cellulaire
M. Thomas MOUREZ	HCN	Bactériologie
M. Jean-François MENARD	HCN	Biophysique
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et Biologie moléculaire
M. Vincent RICHARD	UFR	Pharmacologie

M. Francis ROUSSEL	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
Mme Pascale SAUGIER-VEBER	HCN	Génétique
Mme Anne-Claire TOBENAS-DUJARDIN	HCN	Anatomie
M. Pierre Hugues VIVIER	HCN	Imagerie Médicale

PROFESSEUR AGREGÉ OU CERTIFIÉ

Mme Dominique LANIEZ	UFR	Anglais
Mme Cristina BADULESCU	UFR	Communication

II - PHARMACIE

PROFESSEURS

M. Thierry BESSON	Chimie Thérapeutique
M. Jean-Jacques BONNET	Pharmacologie
M. Roland CAPRON (PU-PH)	Biophysique
M. Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
M. Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
M. Jean Pierre GOULLE	Toxicologie
M. Michel GUERBET	Toxicologie
M. Olivier LAFONT	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX	Physiologie
M. Paul MULDER	Sciences du médicament
Mme Martine PESTEL-CARON (PU-PH)	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
M. Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie Hospitalière
M Jean-Marie VAUGEUIS	Pharmacologie
M. Philippe VERITE	Chimie analytique

MAITRES DE CONFERENCES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
Mme Dominique BOUCHER	Pharmacologie
M. Frédéric BOUNOURE	Pharmacie Galénique
M. Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
M. Jean CHASTANG	Biomathématiques
Mme Marie Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation pharmaceutique et économie de la santé
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
M. Eric DITTMAR	Biophysique
Mme Nathalie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
M. Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie
M. François ESTOUR	Chimie Organique
M. Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Najla GHARBI	Chimie analytique
Mme Marie-Laure GROULT	Botanique
M. Hervé HUE	Biophysique et Mathématiques
Mme Laetitia LE GOFF	Parasitologie Immunologie
Mme Hong LU	Biologie
Mme Sabine MENAGER	Chimie organique
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
M. Mohamed SKIBA	Pharmacie Galénique
Mme Malika SKIBA	Pharmacie Galénique
Mme Christine THARASSE	Chimie thérapeutique
M. Frédéric ZIEGLER	Biochimie

PROFESSEUR CONTRACTUEL

Mme Elizabeth DE PAOLIS	Anglais
--------------------------------	---------

ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

M. Imane EL MEOUCHE	Bactériologie
Mme Juliette GAUTIER	Galénique
M. Romy RAZAKANDRAINIBE	Parasitologie

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEURS

M. Jean-Loup HERMIL	UFR	Médecine générale
----------------------------	-----	-------------------

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS :

M. Pierre FAINSILBER	UFR	Médecine générale
M. Alain MERCIER	UFR	Médecine générale
M. Philippe NGUYEN THANH	UFR	Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS :

M Emmanuel LEFEBVRE	UFR	Médecine générale
Mme Elisabeth MAUVIARD	UFR	Médecine générale
Mme Marie Thérèse THUEUX	UFR	Médecine générale
Mme Yveline SERVIN	UFR	Médecine Générale

CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS : Mme Véronique DELAFONTAINE

HCN - Hôpital Charles Nicolle

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CB - Centre HENRI BECQUEREL

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation

LISTE DES RESPONSABLES DE DISCIPLINE

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
M. Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
M. Roland CAPRON	Biophysique
M Jean CHASTANG	Mathématiques
Mme Marie-Catherine CONCE-CHEMTOB Santé	Législation, Economie de la
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
M. Jean-Jacques BONNET	Pharmacodynamie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
M. Loïc FAVENNEC	Parasitologie
M. Michel GUERBET	Toxicologie
M. Olivier LAFONT	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX-NICOLLET	Physiologie
Mme Martine PESTEL-CARON	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
M. Mohamed SKIBA	Pharmacie Galénique
M. Philippe VERITE	Chimie analytique

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

MAITRES DE CONFERENCES

M. Sahil ADRIOUCH	Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mme Gaëlle BOUGEARD-DENOYELLE	Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine CLEREN	Neurosciences (Néovasc)
Mme Pascaline GAILDRAT	Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
M. Antoine OUVRARD-PASCAUD	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mme Isabelle TOURNIER	Biochimie (UMR 1079)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

M. Serguei FETISSOV	Physiologie (Groupe ADEN)
Mme Su RUAN	Génie Informatique

Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

Remerciements :

Monsieur le Professeur Sabourin,

Vous me faites l'honneur de présider ce jury.

Vous m'avez encouragé à découvrir le métier de pathologiste avec enthousiasme et modernisme.

Je n'oublie pas que je suis ici aujourd'hui grâce à vous.

Pour votre soutien et la qualité de vos enseignements, je vous suis extrêmement reconnaissant.

Monsieur le Professeur Darmoni,

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

Pour l'intérêt que vous portez à ma thèse, recevez ma sincère gratitude.

Monsieur le Professeur Gerardin,

Vous avez accepté de juger ce travail et je vous en remercie.

Pour le temps consacré à cette tâche, recevez ma sincère gratitude.

Christel,

Tu m'as encouragé à faire de cette idée un sujet de thèse.

Tu as dirigé ce travail avec soin, attention et bonne humeur.

Pour la qualité de tes enseignements de la dermatopathologie, de la pathologie en général et du temps que tu m'as accordé, je te suis extrêmement reconnaissant.

Aux médecins du service de pathologie du CHU de Rouen et du centre Henri Becquerel,
Florence, Sophie, Anca, Liana, Mme Lemoine, Mme Gobet, Mme Pèlerin, Mme Macé,
Laurence, Moutaz, Philippe, Arnaud, Emmanuel, M. De Kergal, M. Piquenot.
Pour la qualité de vos enseignements, je vous suis extrêmement reconnaissant.
Au Docteur Francis Roussel.

Aux techniciens du service de pathologie de Rouen :

Pour votre aide précieuse, vos conseils, votre patience... Les séances de macro, en retard...
Les vésicules qui m'énervent tant ! Fabien, pour nos discussions foot passionnées with a
f***ing scrappy accent of course ! Michèle, pour tes traditionnelles blagues, les cochonnes sont
bien sûr les meilleures. Myriam, merci de m'avoir rappelé pendant 5 ans de prendre les
mesures en macro, sans perdre patience.
A vous toutes, merci pour tout.

Aux techniciens du service de pathologie de Becquerel,
Marie pour avoir accepté de découvrir avec Camille et moi les pages sexe de Wikipédia.
Soizic, pour m'avoir notamment mis en tête la musique de Nyan Cat, insupportable...
Stan pour m'avoir appris comment retourner l'écran d'un PC, toujours utile.
A vous tous pour avoir supporté mes moments de break dance et les batailles d'eau.
Pour les bons moments gourmands à la pause café et votre bonne humeur, merci infiniment.

A mes co-internes,

Olivia et Benjamin, pour m'avoir fait découvrir ce métier, tout simplement, alors que j'étais
externe et supposé de passage. Merci infiniment.

Solène et Dalila, pour vos conseils avisés, merci infiniment.

Emilie pour ta bonne humeur légendaire mais aussi pour les années où tu étais ma marraine, merci.

Nicolas, ta discrétion n'a d'égale que ta finesse d'esprit.

Fanny, pour les 3 854 coups de poing, 657 high kicks et 91 balayettes que tu as encaissés pendant ces années, pour tes gâteaux, pour avoir ri à toutes mes blagues y compris les plus nulles, pour ta contribution personnelle à la légende des blondes, pour tout en fait, merci infiniment.

Hélène, pour avoir tenté avec moi pendant ces années d'acquérir une technique de moonwalk parfaite, pour m'avoir toujours accompagné au café alors que je te plantais systématiquement pour aller jouer au baby, pour ton humour noir dévastateur, merci infiniment.

Marie, pour avoir tenté désespérément de me faire apprécier : la médecine légale, la foetopathologie et les loups. J'ai bien apprécié en revanche tes pâtisseries légendaires : ne perd pas ces bonnes habitudes !

A Claire, Laetitia, Lucie, Gwendoline, Elsa, Florent, Pierre et Mohammed.

Aux internes des autres spécialités venus nous rendre visite :

Nathalie, pour nos discussions voyage et gastronomie. Valérie, pour ta gentillesse.

Céline, pour ta zen attitude absolument déconcertante, ta théorie de la moyenne des événements de la vie, ton sourire vissé au visage, merci infiniment.

A Camille (André et p'tit Louis), Anne Sophie, Sophie, Naïf, Claire, Marie Hortense, Agnès et ceux que j'oublie.

Aux médecins, infirmiers, aides soignants de l'équipe des urgences du CHU de Rouen.

J'ai passé des moments tantôt difficiles, tantôt agréables entre vos murs mais toujours bien accompagnés !

Aux internes et médecins que j'ai pu côtoyer pendant mes nombreuses gardes aux urgences.

Merci de ne pas avoir paniqué d'être de garde avec un anapath !

Aux internes et médecins qui ont comme moi fait un semestre de plus si on compte les heures passées au baby foot, exutoire suprême de la journée, les Docteurs Canville, Godin,

Bouchetemplé, Druesne, Lefebvre, France, Giovanni, Ivan, Yoann, Jeremy... Ryan... Vous avez encaissé mes gamelles de l'arrière, mes boucht', mes grosses berthas, reprises pissettes, vous m'avez aussi souvent martyrisé, ratissé, gossé et autre...

Au Docteur Hervé Bokanowski, qui m'a fait découvrir la pratique de ville de la pathologie avec enthousiasme et en couleurs !

Aux médecins du service d'oncologie du CH d'Evreux, les docteurs Tournet, Dawood, Hili et Audeguy pour la qualité de vos enseignements, votre accueil formidable et la sincère humanité que votre métier exige.

Evidemment au docteur Aziz Bouderbala, qui aura tout tenté pour me faire comprendre l'onco-hématologie mais aussi pour m'avoir enseigné l'art d'un bon « ah bon... » ou « ah, oui !! ».

Aux infirmières et aides soignantes de ce même service, qui donnent tant pour le bien être des malades.

A ces mêmes infirmières pour m'avoir attaché aux barreaux du lit, devant les yeux incrédules de la chef de service... Meilleure évaluation de fin de stage du monde !

A l'équipe des urgences d'Evreux.

Aux secrétaires du service, pour avoir supporté mes comptes rendus avec des chansons, blagues ou remarques personnelles... pour m'avoir couru après pour faire les autopsies que je hais tant, récupérer des lames, des blocs...

A mes grands parents adorés, partis trop tôt. Seriez vous fiers d'être ici aujourd'hui ?
J'aurai tant aimé partager ce moment avec vous...

A ma grand mère, ça y est mamy, c'est bon... là tu peux y aller, tu peux dire que ton petit fils est docteur. Enfin. Te rappelles tu des tartes aux pommes à la sortie du lycée le mercredi ? En serai je arrivé là sans elles ?

A tous ceux qui ont fait ce qu'ils pouvaient pour nous aider quand le destin s'acharnait :
Ludo, tu ne fais décidément rien comme tout le monde mais merci pour tout. Reprend la mer pour de bon et bon voyage à toi. A Isa bien sûr.
A la famille Moine.

A tous mes amis, Merci pour tout avec par ordre d'apparition :

Julien Bertrand, mon ami d'enfance sans qui je ne me serai jamais inscrit en médecine.

Benjamin Flagey, la vie nous a séparé, elle nous réunira.

Gautier Baïssas et ta merveilleuse épouse Caroline : le jour où je t'ai rencontré est un jour important dans ma vie, il y a clairement l'avant et l'après. Pour ton humour sans égal, ton

bagou et les rencontres que tu as engendré. A nos très bons moments passés ensemble, puisse t il y en avoir des milliers d'autres.

Jean Paul Bouwyn, mon alter ego de P1, à nos paris et défis idiots, nos heures sur PES avant de le trahir pour FIFA. A la collection sans fin de bons moments passés ensemble.

Olivier « Scars » Coquais, au flow aussi précis que son extérieur pied droit, j'ai toujours plaisir à passer du temps à tes côtés.

A Pierro Hannequin et au Captain Julia Couke, toujours au top, toujours présents, une sorte de gold standard de l'amitié en fait...

A Julien « petit frère » Kracht qui a réinventé plusieurs choses dans une seule vie : le glycogène, le cadeau de crémaillère, les limites de la flemme, la qualité de l'amitié. A Lou bien sûr.

A Vincent et Coralie, Schrecky, Thomas Madelaine (Anyà et Raphaël par procuration), Vaness, Chacha, Léo, Schmooty et Vince, Yo et Dav et tous les autres compagnons de route...

A Mathilde et Jonathan Jamet, notre deuxième famille. A la nature indéfinissable de nos relations, à votre présence continue à nos côtés, quelques soient les temps ou la distance. Je suis extrêmement fier d'être votre ami. J'vous aime p#++@1n !

A ma Lisou Peruisset à qui le destin a enfin offert ce qu'elle mérite : Arnaud Cinturel !

A mon Thomas Quibel (il est très très très bel), modèle de générosité et ami précieux, à Audrey et à votre Chloé.

A Clémence et Bruno Jacqueline, qui nous suivent toujours de très près, pour l'immense qualité de nos moments partagés.

A mon « big » Gégé, réconfortant et enthousiasmant, grand bol d'air frais tout au long de ces années ! Merci pour tout !

A Alain.

A la famille Lecoq, qui m'a accueilli comme un fils, un frère, un cousin ou un filleul.
Quel bonheur d'endosser parfois le maillot de monsieur Plus ou d'assister à un célèbre dimanche soir estampillé Lecoq.

A mon père, pour l'enfance extraordinaire que tu m'as offerte.

Dans la vie comme en musique, le silence n'est pas un temps mort. Il fait partie de la mélodie.

A Fatima, à Alexy.

A ma mère, pour tout, tout simplement

Pour le dévouement exceptionnel dont tu as fait preuve pendant les années de galère.

Puisses tu trouver ici une reconnaissance à la hauteur de ton soutien sans faille.

A ma poupée, enfin, et à ses trop nombreuses qualités pour être énumérées ici.

Je suis fier d'avoir accompli tout ce parcours à tes côtés.

Merci de me procurer tant de bonheur, avec tant de constance.

Toi qui n'avais pas la confiance, te voici Docteur deux heures avant moi. N'y vois pas un hasard. C'est un symbole de ton courage et de notre complicité.

Derrière nous, le petit chemin depuis la chambre de Saint Paul jusqu'ici...

Devant nous, la vie !

Lexique

ACP : anatomie et cytologie pathologiques

AFAQAP : association française d'assurance qualité en anatomie et cytologie pathologiques

AIP : académie internationale de pathologie

ARS : agence régionale de santé

ASIP santé : agence des systèmes d'information partagés de santé

CNIL : commission nationale de l'informatique et des libertés

CSP : code de la santé publique

DMP : dossier médical personnel

HAS : haute autorité de santé

HES : hématoxyline éosine safran

HPST : loi « hôpital, patients, santé, territoires »

Mpix : méga pixel

OMS : organisation mondiale de la santé

ONDPS : observatoire national de la démographie des professions de santé

RCP : réunion de concertation pluridisciplinaire

SF : store and forward

SGL : système de gestion du laboratoire

TIC : technologies de l'information et de la communication

WSI : whole slide imaging

PREMIERE PARTIE : REVUE DE LITTERATURE

I.	INTRODUCTION	5
II.	DEFINITIONS	6
III.	DEMOGRAPHIE	7
	a. Pathologistes en activité	7
	b. Portrait du pathologiste français	8
	c. Pathologistes et territoire	9
	d. Perspectives	10
IV.	DIAGNOSTICS DE RECOURS ET DEMANDES D'AVIS	12
	a. Activité	12
	b. Facturation	12
V.	IMAGERIE EN ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE	13
	a. Démocratisation des moyens de numérisation de l'image	13
	b. Caractérisation des moyens technologiques	14
	c. Acteurs du marché	17
	d. Moyens à disposition	17
	e. Evolution des pratiques	18
VI.	TÉLÉDIAGNOSTIC	19
	a. Application aux examens extemporanés	19
	b. Avis à distance	21
	c. Réseaux d'experts	21
	d. Contrôles qualités	23
	e. La télépathologie pour répondre aux défis territoriaux	23
VII.	AUTRES APPLICATIONS A LA TELEPATHOLOGIE	24

a. Analyse automatisée d'images	25
b. Enseignement et télé-enseignement	26
c. Réunions et présentations	27
VIII. TELEMEDECINE ET SMARTPHONES	28
a. La littérature	28
b. Considérations techniques	30
IX. ASPECTS MEDICAUX LEGAUX	33
a. Le flou entourant l'ACP	33
b. Confidentialité, sécurité et transmission des données	35
c. Régulation des systèmes informatisés	37
d. Responsabilité médicale	37
e. L'exemple des Etats Unis	38

DEUXIEME PARTIE : ETUDE DE FAISABILITÉ VISANT À TESTER LA CAPACITE TECHNIQUE ET LES LIMITES DE L'UTILISATION DE SMARTPHONES POUR LE DIAGNOSTIC EN ACP

X.	LE CONTEXTE : SONDAGE AUPRES DE 202 PATHOLOGISTES	
	FRANÇAIS	40
	a. Réalisation	40
	b. Objet	41
	c. Résultats	41
	d. Interprétation	50
XI.	MATÉRIELS ET MÉTHODES	52
XII.	RESULTATS	55
	a. Examens extemporanés	56
	b. Avis externes	59
	c. Avis internes	61
XIII.	DISCUSSION	64
	a. Qualité du microscope	64
	b. Les cas discordants	66
	c. Design de l'étude	69
	d. Acquisition de l'image	70
	e. Transmission des données	71
	f. Affichage de l'image	71
	g. La littérature et les pratiques actuelles	73
	h. L'avenir est il numérique ?	76
XIV.	CONCLUSIONS	78

XV. PERSPECTIVES	81
XVI. VALORISATIONS	82
XVII. BIBLIOGRAPHIE	83
ANNEXES	87
RESUME	

I. INTRODUCTION

La télémédecine est un domaine récent mais en pleine expansion de la pratique médicale. Selon la loi du 21 juillet 2009 et le décret du 19 octobre 2010, il s'agit d'une pratique médicale qui met en rapport un professionnel médical avec un patient, un confrère ou bien un autre professionnel de santé par l'intermédiaire des technologies de l'information et de la communication.

Selon le Code de la santé publique (CSP), la télémédecine permet d'établir un diagnostic, d'assurer un suivi dans le cadre de la prévention ou un suivi post thérapeutique, de requérir un avis spécialisé, de préparer une décision thérapeutique, de prescrire des produits, des actes ou des prestations et d'effectuer une surveillance de l'état des patients [1,2].

En ce qui concerne l'anatomie et la cytologie pathologique (ACP), malgré des expériences en nette augmentation et un intérêt grandissant, la spécialité demeure en retard dans le domaine et ne profite pas pleinement, pour de multiples raisons, des avancées technologiques récentes. Néanmoins, comme nous le verrons par la suite, le pathologiste d'aujourd'hui devrait s'intéresser dès à présent à cette opportunité, afin de faciliter sa pratique future.

II. DEFINITIONS

Dans son article 78, la loi « Hôpital, patients, santé, territoires » (HSPT), du 21 juillet 2009, a reconnu la télémédecine comme une pratique médicale à distance mobilisant des technologies de l'information et de la communication (TIC). Cette définition figure désormais à l'article L.6316-1 du Code de la santé publique. La télémédecine ne se substitue pas aux pratiques médicales actuelles mais constitue une réponse aux défis auxquels est confrontée l'offre de soins aujourd'hui (accès aux soins, démographie médicale, décroisement du système).

La télépathologie se définit donc comme un champ d'application de la télémédecine relatif aux différentes pratiques liées à l'anatomie et cytologie pathologiques.

Trois types de télépathologie peuvent être envisagés :

- La technique d'images statiques ou store and forward (SF), littéralement « stockage et envoi ». Cette technique produit donc des images représentant, le plus souvent, partiellement une lame. Nous utiliserons cette technique dans notre étude. Cette technique peut être effectuée avec tout type d'appareil, si toutefois sa qualité est suffisante.
- Le whole slide imaging (WSI), pouvant être traduit par « imagerie de lame entière », de développement plus récent. Cette technique est régulièrement désignée en France sous le terme de « lame virtuelle ». Elle permet de stocker une virtuellement une lame entière puis de la consulter ultérieurement. Cette technique nécessite un équipement plus coûteux : le scanner de lames.

- Le live (direct), permettant de montrer à distance une lame à un interlocuteur, en discutant ou non avec lui. Initialement cette technique nécessitait la présence de la lame sur le microscope et n'était en fait qu'une diffusion en direct de l'image. Cette technique a donc été abandonnée puis revenue sur le devant de la scène avec la possibilité technique de stocker virtuellement des lames et de piloter un microscope à distance.

Le smartphone est un téléphone portable doué de fonctions constantes, dites « intelligentes », telles que la prise de photographies numériques, la connexion à internet, la réception et l'envoi de messages électroniques. En France, bien que le terme « smartphone » soit fréquemment utilisé, les désignations officiellement reconnues sont « ordiphone » et « terminal de poche ».

III. DEMOGRAPHIE

a) Les pathologistes en activité

Selon le conseil national de l'ordre des médecins, au 1^{er} janvier 2011, 1 523 pathologistes étaient en activité dont 1 466 en activité régulière. Ces chiffres sont en décroissance constante (cf. figure 1) et s'est encore accélérée récemment avec la perte de 89 pathologistes entre 2007 et 2011 [3].

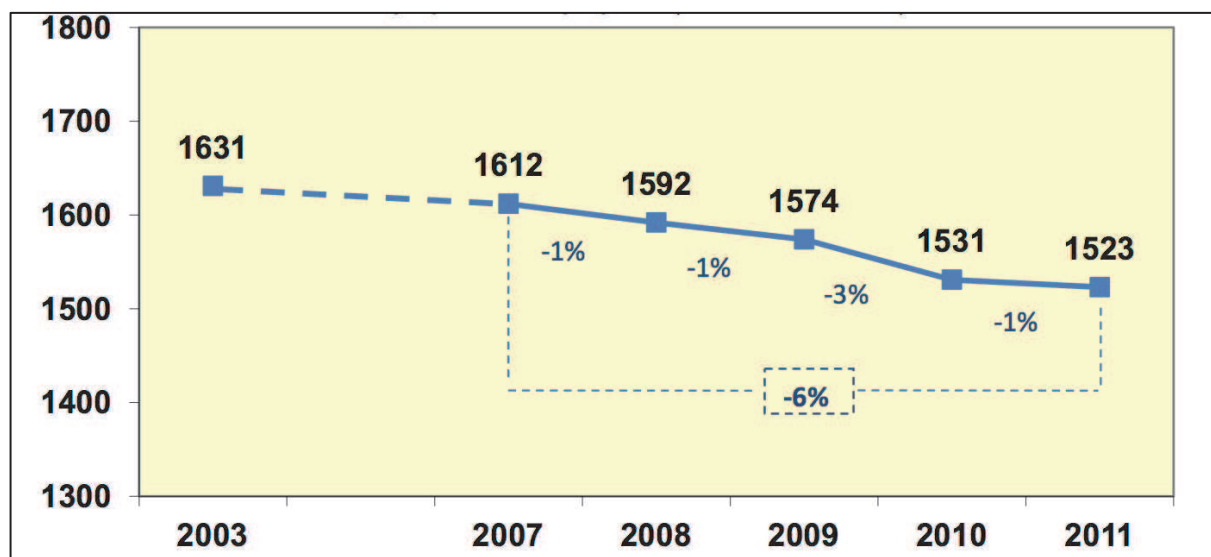


Figure 1 : Evolution des effectifs de pathologistes en activité en France, entre 2003 et 2011 (Source: Adeli-DREES)

b) Portrait du pathologiste français

Le pathologiste français est une femme âgée en moyenne de 51,3 ans. 41% de ses collègues ont plus de 55 ans (cf. figure 2). Elle exerce majoritairement (51%) en structure hospitalière publique. 39% des pathologistes français exercent en secteur libéral et 10% ont une activité mixte.

Les cabinets libéraux de pathologie sont composés en moyenne de moins de trois médecins.

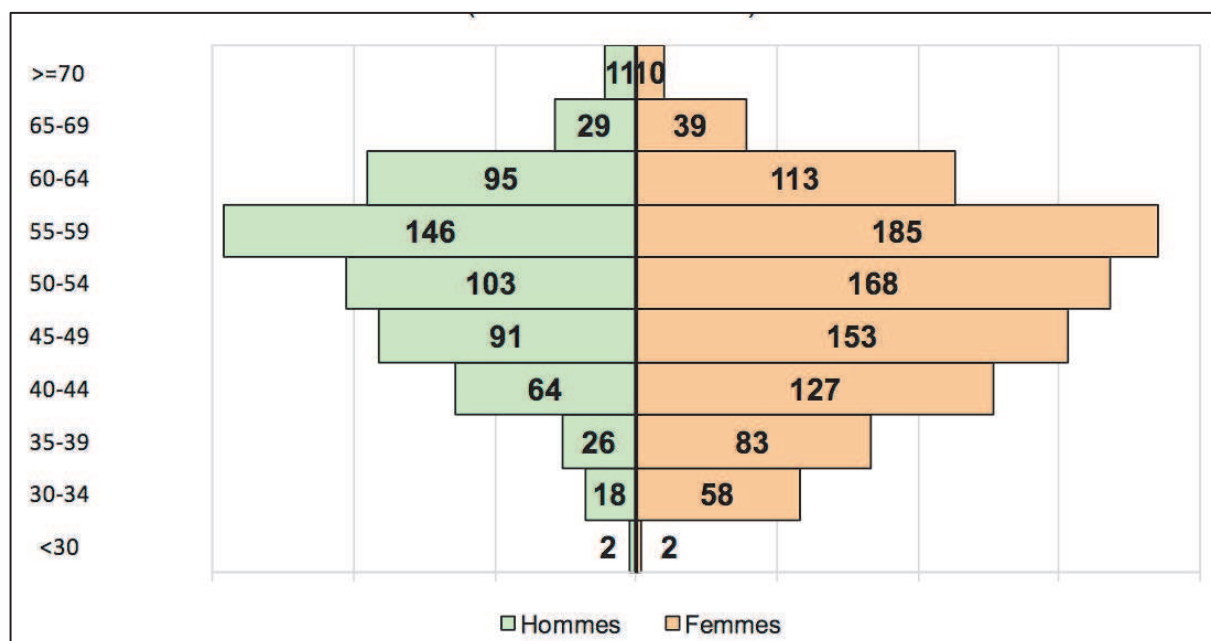


Figure 2 : Effectifs des pathologistes par sexe et par tranche d'âge au 01/01/2011

(Source: Adeli-DREES)

c) Pathologistes et territoire

La densité en pathologiste est très faible en France avec une moyenne de 2,36 pathologistes pour 100 000 habitants. D'une région à l'autre ce chiffre varie très fortement (Picardie, région à la plus faible densité avec 1,25 et Ile de France avec 3,16).

La couverture territoriale en pathologiste est donc disparate (cf. figure 3) néanmoins, toutes les régions Françaises disposent d'au moins un Centre Hospitalier Universitaire et d'un service de Pathologie.

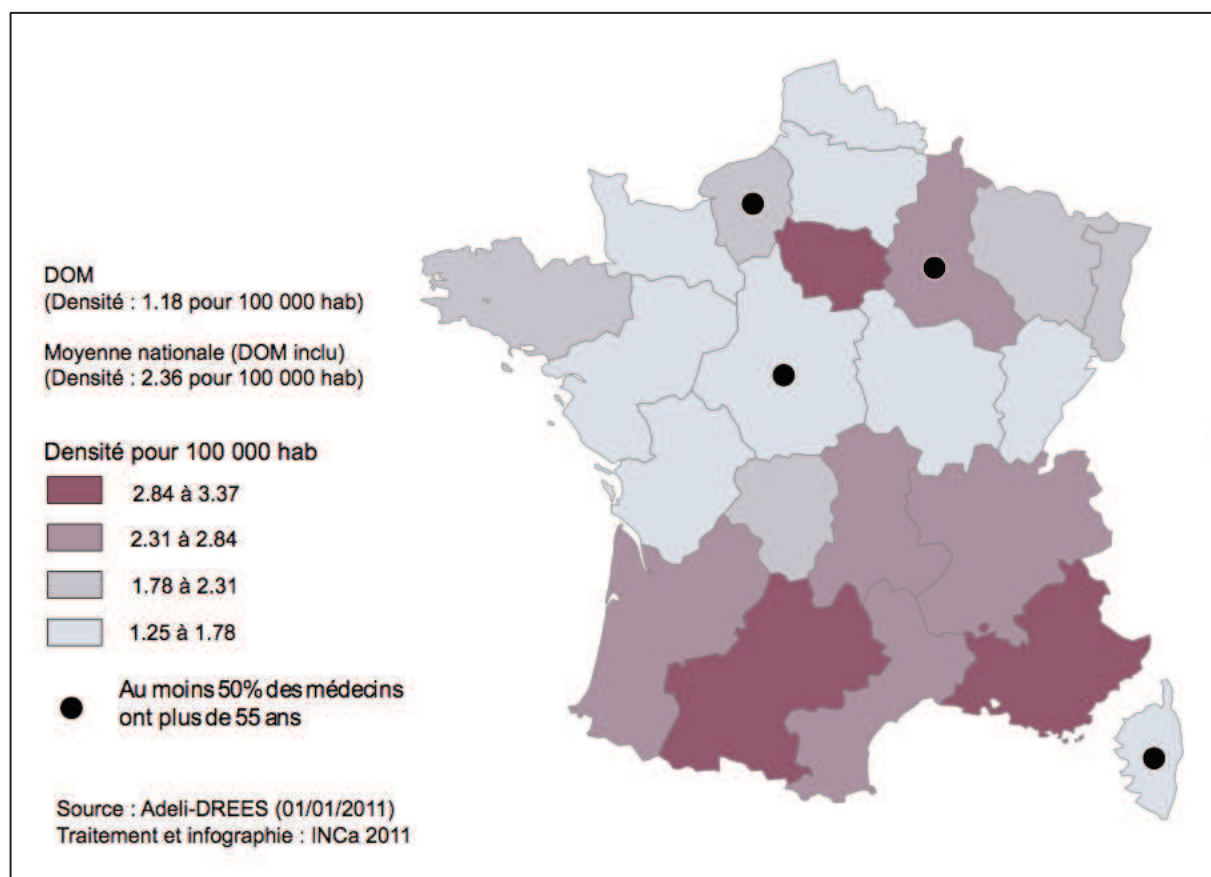


Figure 3 : densité des pathologistes par région au 01/01/2011

d) Perspectives

Selon le rapport de l'ONDPS 2010-2011, « les internes en médecine – effectifs et répartition 2010 – 2014 », la gestion pluri annuelle du flux de nouveaux internes permet de réguler leur répartition territoriale en fonction des besoins [4].

Le Plan Cancer, dans sa mesure 24-1 a également permis d'augmenter le nombre d'internes spécialisés dans la prise en charge des tumeurs [5]. On a donc vu une augmentation du nombre d'internes en formation de 32% sur la période allant de 2010 à 2016. Le récent rapport publié par le ministère du travail, de l'emploi et de la santé sur la profession estime que ces nouveaux arrivants seront suffisants pour couvrir les départs en retraite sur la même

période [3]. Néanmoins, les modes d'exercice que choisiront ces jeunes pathologistes demeurent incertains.

De l'ensemble de ces constatations, on peut prévoir d'une part que les pathologistes vont demeurer en faible nombre, en dépit d'une charge de travail croissante (amélioration des techniques de dépistage, vieillissement de la population, nouvelles techniques) et d'autre part que la profession va bénéficier dans les années à venir d'un rajeunissement important.

IV. DIAGNOSTICS DE RECOURS ET DEMANDES D'AVIS

a) Activité

Selon la HAS, l'activité de recours et de demandes d'avis constitue 1% de l'activité ACP en France, soit 1 à 2% de l'activité histologique [6]. Elle peut concerner une aide ou une confirmation diagnostique ou bien simplement une aide technique, la réalisation d'examens complémentaires rares ou innovants (anticorps, techniques d'hybridation...). Le second avis est reconnu comme une obligation déontologique par le code de déontologie médicale.

Dans ce cadre, le pathologiste envoie son cas à un confrère pour un avis spécialisé ou pour une relecture systématique : lames colorées plus ou moins lames immunohistochimiques voire bloc(s) paraffiné(s).

Chaque année en France, plusieurs milliers de cas sont adressés entre confrères dans l'hexagone ou à l'étranger.

b) Tarification

A ce jour, il n'existe pas de tarification spécialement dédiée aux demandes d'avis. Ce type d'acte n'est pas référencé dans la Classification Commune des Actes Médicaux, y compris dans sa deuxième version dédiée aux pathologistes, entrée en vigueur depuis le 1^{er} juin 2014. Néanmoins, si la demande d'avis n'est pas facturée, les techniques complémentaires, elles, le sont. Il est à noter que la troisième version du plan Cancer, couvrant la période 2014 – 2019, prévoit une relecture systématique de tous les cancers rares

et lymphomes de l'adulte ainsi que de toutes les tumeurs solides de l'enfant. Dans ce cadre, le plan indique que l'objectif de cette action est d'harmoniser les financements et organisations des dispositifs de double lecture anatomocytopathologique. Toutefois, aucun détail n'est fourni pour la mise en pratique de cette harmonisation souhaitée.

Notons qu'en décembre 2013, a été inscrit le premier acte de télémedecine dans la CCAM : « lecture différée d'une rétinographie en couleur, sans la présence du patient », ouvrant la voie à une reconnaissance de ces actes.

Bodin faisait remarquer dans le rapport concernant le second avis que si l'avis d'expert était une obligation déontologique, il n'y avait aucune raison de penser que celui ci puisse être à la charge du médecin demandeur.

V. IMAGERIE EN ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES

a) Démocratisation des moyens de numérisation de l'image

Par le passé, le pathologiste disposait des moyens photographiques conventionnels pour tirer des clichés de ses observations : diapositives, photographies argentiques... Ces moyens donnaient des images de qualité souvent satisfaisante mais leur inertie était un frein à leur utilisation : difficultés techniques, d'échanges, de conservation...

L'avènement de la photographie numérique a modifié l'équilibre entre les avantages et les contraintes par rapport aux anciennes techniques :

- l'archivage des données semble facilité mais en contre partie demande une capacité de stockage importante
- l'échange des données est facilement accessible mais leur sécurisation et leur anonymisation demeure un challenge
- le cout du matériel est important mais permet une accélération du flux de ce travail

b) Caractérisation des moyens technologiques

Avant de passer en revue les matériels à disposition du pathologiste, il convient d'exposer les différentes technologies existantes, dans le paragraphe suivant, nous verrons comment ces moyens ont été intégrés dans différents types de matériels et nous mettrons leur capacités en balance avec leurs coûts, disponibilités et limites.

L'image numérique cherche à mimer au plus juste l'image obtenue au travers du microscope. Sur une lame en verre, le pathologiste dispose de l'intégralité de la lésion, celle ci est dynamique et non statique, via la mobilité de la plaque du microscope et l'interchangeabilité des objectifs. La luminosité est réglable, la lumière polarisée peut être obtenue. Lorsqu'il dispose du bloc paraffiné, dans la limite de l'épuisement du matériel, le pathologiste peut réaliser différentes colorations spécifiques et techniques immunohistochimiques, de biologie moléculaire ou d'hybridation.

La visibilité de l'intégralité de la lame est l'une des principales différences entre les différents moyens technologiques : certains proposent une numérisation complète de la lame, désignée par les fabricants sous le terme « whole slide imaging » (WSI) là ou d'autres

techniques se contentent d'images « fixes », de photographies. Le terme anglo-saxon adéquat est alors « static » ou bien « store and forward », (SF).

En ce qui concerne les grossissements, certaines techniques enregistrent l'image que produit un microscope optique : les capacités de grossissement sont alors celles fournies par le microscope et sa qualité optique propre, modulées par le capteur du système d'acquisition. D'autres techniques utilisent une production autonome de l'image numérique. La qualité est alors très variable selon le type de matériel optique et de capteur numérique, expliquant des variations de tarifs très importants d'une technique à l'autre. Dans beaucoup de cas, le grossissement x40 n'est qu'un zoom numérique du grossissement x20 : le nombre de pixels par rapport à une surface donnée n'augmente pas mais la taille du pixel, elle, augmente, induisant une baisse de la qualité de l'image.

Une des limites initiales du WSI était le fait que l'acquisition de l'image ne se faisait que dans un seul plan, rendant délicat la numérisation de smears épais ou de cytologie où les modes de groupements tridimensionnels sont des critères diagnostiques importants [7]. Les améliorations technologiques récentes permettent de pallier ce problème en numérisant la lame sur différents plans de profondeur (axe Z), autorisant *a posteriori* un affinage de la netteté de l'image.

La luminosité est paramétrable sur les outils numériques. Lorsqu'elle est « fixée » au moment de la prise de vue, dans la grande majorité des cas, elle n'est plus modifiable par la suite sans perte d'information.

Le rendu des couleurs d'une lame dépend de multiples paramètres dont :

- La coloration de la lame.

- La température de la lumière émise par la lampe du microscope.
- La quantité de lumière émise par la lampe du microscope.

Il est intéressant de noter que, bien que des recommandations soient en cours d'établissement par l'AFAQAP, en pratique, la coloration standard HES varie d'un laboratoire à l'autre, avec des rendus très différents.

Korzynska montre que la température de la lampe et la luminance n'ont pas d'effet significatif sur l'image produite en raison de la possibilité d'ajustement automatisé de la balance des blancs [8]. En ce sens, la qualité de l'image numérique produite dépend essentiellement du microscope dont elle est issue.

De la même façon, l'utilisation de la lumière polarisée peut donner lieu à des photographies mais on perd alors le caractère dynamique de cette technique, à moins d'enregistrer de courts films. Un des inconvénients demeure dans le fait que si la technique n'a pas été enregistrée au moment de la prise de vue, le destinataire n'aura pas accès à cette technique par la suite.

Il est intéressant de noter que l'effet Thatcher n'intervient pas lors de la lecture de lame selon Szymas, c'est à dire que l'interprétation qui en est faite ne dépend pas du sens de lecture de celle ci [9].

Enfin, en l'état actuel des connaissances, aucune technique numérique ne permet de remplacer les techniques traditionnelles de colorations spéciales ni bien sûr d'immunohistochimie.

c) Acteurs du marché

L'industrie du microcosme de la pathologie propose différentes solutions matérielles et logicielles, de coûts variables, pour l'acquisition, la lecture, l'enseignement, parfois même l'interprétation, le stockage et le partage des données ACP.

A ce titre, les opérateurs de téléphonie et fournisseurs d'accès à internet ont également un rôle important. En France, la société Orange qui a été désignée hébergeur agréé de données de santé à caractère personnel par le Ministère de la Santé depuis 2010.

De nombreux projets sont à l'étude, en développement ou en phase de test, voire d'utilisation effective et ceux ci sont parfois pilotés par des institutions publiques comme c'est le cas à l'hôpital de la Pitié Salpêtrière avec le système de « multi-tête virtuel ».

Les acteurs de ce secteur en mouvement perpétuel sont donc les industriels, les opérateurs internet, les pouvoirs publics et diverses commissions mais aussi et surtout les médecins et chercheurs dont le rôle d'aiguillage est fondamental pour la conception des outils de demain : nous devons veiller à l'adéquation des services proposés avec nos besoins.

d) Matériels

Le scanner de lame est un outil de numérisation de lames introduit en 1991, produisant des images de grande qualité. Il est capable de réaliser du WSI à plusieurs grossissements. L'acquisition peut se faire sur plusieurs niveaux de profondeurs (ou Z), pour permettre une mise au point *à posteriori*. Les images demeurent consultables après l'acquisition, quand on ne dispose plus de la lame. Cela implique des fichiers numériques d'une très grande taille dont le partage peut être limité par les capacités d'échange actuelles. Cela pose également le

problème du stockage des données. Le temps d'acquisition est relativement long, en fonction de la qualité d'image souhaitée.

Les caractéristiques de l'écran sur lequel sont affichées les images sont également à considérer, comme le réseau, les capacités de stockage et la gestion de la sécurité.

e) Evolution des pratiques

Le passage à l'air du numérique semble plus difficile pour les pathologistes qu'il le fut pour les radiologues. Pourtant, grâce à nos collègues radiologues, et comme le montre Patterson [10] nous pouvons identifier facilement les avantages que nous procureraient cette évolution : constitution de banques de données, intégration des données au dossier médical, double lecture facilitée, aide informatisée au diagnostic...

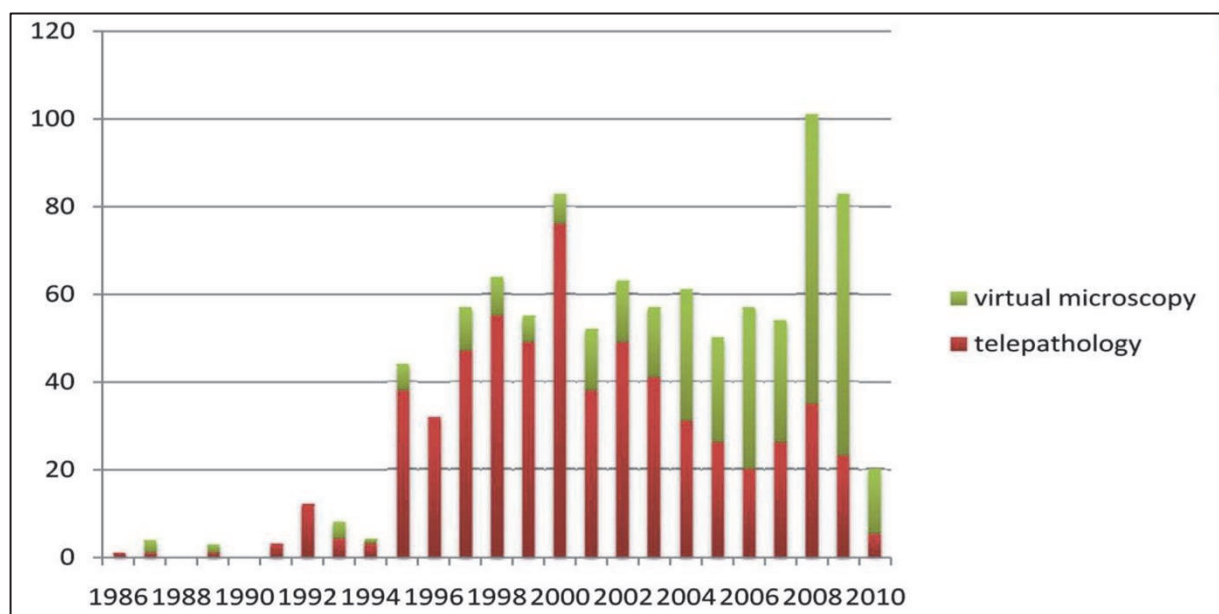


Figure 4 : Evolution des publications scientifiques concernant la télépathologie selon Della Mea

Lors du congrès de Las Vegas concernant la pathologie numérique, en 2014, Della Mea montrait l'évolution croissante des publications concernant la télépathologie (cf. figure 4). La part de la microscopie virtuelle étant de plus en plus importante. Il est intéressant de noter qu'après une période de stagnation, le rythme des publications a de nouveau augmenté après 2007. Notons que 2007 est un virage technologique majeur dans le domaine de l'internet mobile avec la sortie de l'iPhone de la société Apple, pionnier du smartphone tel que nous le connaissons aujourd'hui.

VI. TELEDIAGNOSTIC

Le télédiagnostic est un des champs d'application les plus enthousiasmant de la télémédecine à la pathologie.

Compte tenu des lourdes conséquences pronostiques et thérapeutiques du diagnostic anatomopathologique, les moyens mis en œuvres pour parvenir au diagnostic doivent être rigoureux et reproductibles.

a) Application aux examens extemporanés :

L'Assistance Publique Hôpitaux de Paris a récemment mis en place un dispositif de télépathologie entre deux sites hospitaliers distincts en réponse à la restructuration des services de pathologie sur un seul site. Ainsi, les examens extemporanés sont laissés à la charge d'un technicien de laboratoire sur place, guidés par un médecin à distance à l'aide

d'une communication vocale et d'une caméra vidéo. La lame réalisée est ensuite numérisée au grossissement X20, mise à disposition sur un serveur intranet et lue à distance par un pathologiste. Cette expérience est concluante depuis sa mise en place, il y a un peu plus d'un an par l'équipe du professeur Guettier [11]. La concordance diagnostique entre lame réelle et virtuelle était de 136 sur 139. Il est surtout intéressant de noter que les acteurs de cette expérience mettent en évidence un allongement de la procédure en moyenne de 17 minutes, donnée non négligeable dans une procédure extemporanée. Il semble que cet allongement de la procédure se minimise avec l'expérience acquise par les médecins et techniciens. Néanmoins il semble que cette solution soit à privilégier compte tenu du contexte démographique de la profession.

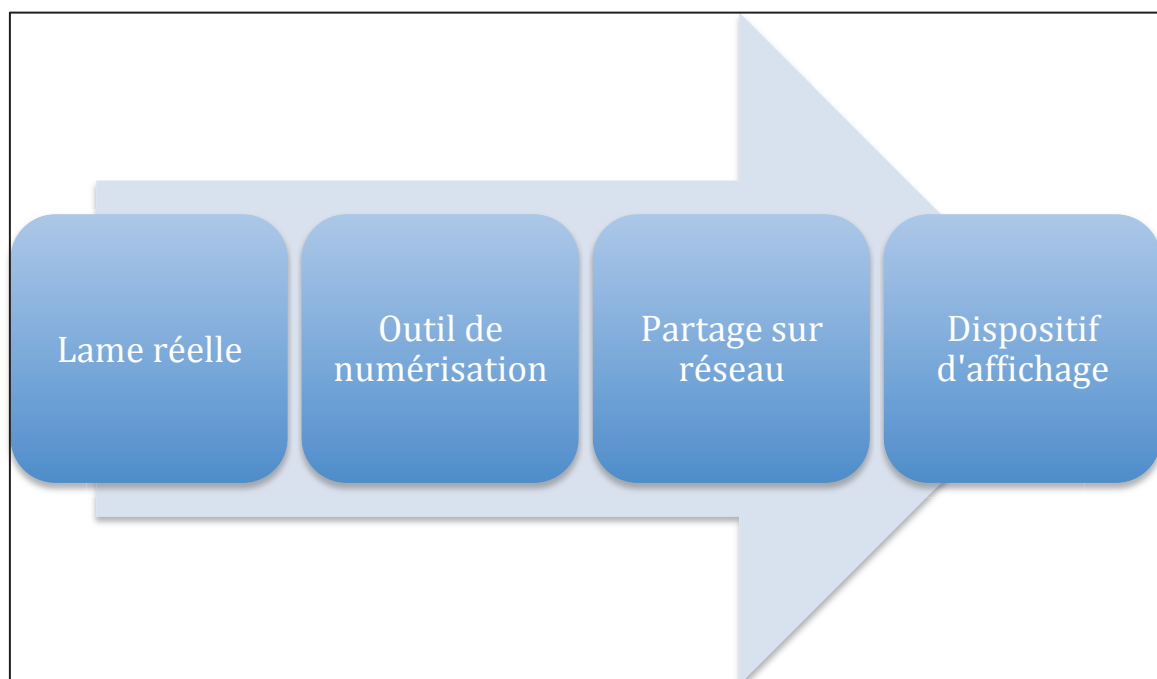


Figure 5 : Processus de traitement d'un examen de télépathologie

Le télédiagnostic, qu'il soit de première ligne ou bien sous la forme d'un second avis requiert, outre la production de la lame conventionnelle, trois étapes supplémentaires (cf. figure 5):

- La numérisation de la lame avec une acquisition et une compression.
- Le partage des informations sur un réseau

- Une décompression et un affichage de l'image produite.

Chacune de ces étapes doit être maîtrisée, reproductible et sécurisée.

b) Avis à distance

Pantanowitz rapporte l'importante expérience de l'université de Pittsburgh dans une publication de 2012 [12]. Cette université américaine se propose de répondre à toutes les demandes d'avis d'anatomie et cytologie pathologiques. Toutes les modalités de réception d'images sont acceptées. L'avis est facturé au minimum 150 dollars. Une application smartphone dédiée a été créée pour envoyer des avis [13]. La question de la responsabilité n'est pas abordée. Ce type de service est probablement une voie d'avenir compte tenu des difficultés démographiques déjà abordées plus haut mais le cadre technique et législatif demeure en question.

c) Réseaux d'experts :

La télépathologie est une opportunité formidable de créer des réseaux d'experts en s'affranchissant des barrières géographiques. Ainsi, avec l'amélioration des TIC, on assiste à l'émergence de divers réseaux, gratuits ou non.

ANDRAL est un réseau en ligne de télé-expertise en cytologie hématologie qui permet de demander la relecture d'un dossier d'images fixes et/ou d'une lame virtuelle à un groupe d'experts de garde qui se proposent de fournir une proposition/orientation diagnostique dans

un délai minimum [14]. L'application fonctionne comme un réseau ouvert aux praticiens des secteurs privés et publics et réactif dans lequel deux médecins s'engagent à répondre à l'avis soumis, dans les 24 heures suivant la soumission. 44 médecins composent le groupe d'experts. Il n'y a aucune restriction en termes de matériel de numérisation. Le prestataire informatique est la société Tribvn et l'hébergeur est la société Orange. Un an après le lancement d'ANDRAL, les résultats sont déjà prometteurs : plus de 250 médecins étaient gratuitement inscrits à ce réseau et plus de 120 cas avaient été soumis. Les images étaient soit des lames entièrement numérisées, soit des images fixes (en moyenne une trentaine). Le délai moyen de réponse était de 5h30 et de 4h pour les cas spécifiés urgents.

PathForce DX est une société née du besoin de pathologistes en Haïti après le tremblement de terre de 2010. La société a développé une importante expérience en télépathologie puis l'a généralisé et propose désormais ses services à tous les pathologistes. Elle suit une logique privatisée et de rentabilité économique mais le modèle est comparable. Il s'agit d'un groupe d'expert qui s'engage à répondre à des images envoyées par des praticiens. Le service est facturé à l'expéditeur en fonction de la complexité du cas.

Aujourd'hui, cette société basée à Seattle se situe sur plusieurs fronts : elle fournit des moyens de production d'images dans des endroits reculés (l'exemple d'un centre anti-cancéreux de l'Oural en Russie est donné). Son activité principale est de produire des logiciels spécialisés dans la gestion et l'utilisation d'images WSI.

Le pathologiste faisant l'acquisition de ce logiciel dispose d'une possibilité de faire évaluer ses lames par le panel d'autres pathologistes, par l'intermédiaire d'un réseau dédié.

Le projet Mivip@ge est un réseau du Cancéropôle Grand Est dont l'objet est le partage de lames virtuelles de haute résolution, accompagnées de données cliniques à des fins

d'enseignement, de recherche et de diagnostic [15]. L'intérêt principal est de faciliter un accès universel, de maximiser la compatibilité et de tirer le meilleur bénéfice des avancées technologiques récentes. Ce projet s'inscrit dans une démarche plus globale, à l'échelle du pays.

d) Contrôles qualités :

L'anatomie et cytologie pathologiques doivent répondre à la norme de qualité iso 15189, nous le développerons dans la partie suivante. Néanmoins, quelque soient les modalités de validation de méthodes, il est évident que le développement de la pathologie numérique ne doit pas se faire sans certaines précautions. Certaines applications disponibles sur les plateformes de téléchargement se sont ainsi révélées inefficaces voire dangereuses, pouvant induire un retard au diagnostic comme cette application de diagnostic automatisé des lésions cutanées pigmentées [16].

e) La télépathologie pour répondre aux défis territoriaux ?

La France ne fait pas figure d'exception en matière de déficit de pathologistes. A mesure que la médecine moderne progresse, y compris dans les pays en voie de développement, le besoin en pathologistes augmente.

A titre d'exemple, en Chine, un réseau national mis en place en 2011 concernant 60 hôpitaux et 80 pathologistes a permis de porter plus de 16 000 diagnostics pour des personnes n'y ayant pas accès [17].

De même, une expérience Québécoise mise en place depuis 2013 a permis de proposer un diagnostic sur plus de 2 900 cas [18]. Cette expérience menée sur des cas extemporanés et des demandes d'avis montrait plus de 98% de concordance entre les lames numérisées et les lames réelles. Cette expérience soulignait le fait que la télépathologie facilitait l'accès aux examens extemporanés, que les chirurgies en deux temps et les transferts de patients étaient réduits, que les chirurgiens étaient plus enclins à rester dans des hôpitaux dépourvus auparavant de pathologistes et enfin que les pathologistes ressentaient un plus grand confort et plus de sécurité à exercer leur métier, soutenus par un « réseau ».

Dans une expérience menée par une équipe américaine au Botswana, l'implémentation d'un microscope numérique, pilotable à distance permettait de rendre près de 300 diagnostics dermatopathologiques qui n'auraient pas été réalisés le cas échéant, dont plus de 80% avec des conséquences thérapeutiques majeures [19].

VII. AUTRES APPLICATIONS A LA TELEPATHOLOGIE

À mesure que la technologie progresse, de nouvelles applications à la télépathologie sont envisagées. Celles ci ne sont pas le centre du sujet de ce travail, néanmoins il convient d'en connaître les contours pour mieux appréhender le sujet dans sa globalité.

a) Analyse automatisée d'images

Plusieurs outils sont déjà disponibles pour l'analyse automatisée d'images. Ces technologies sont en perpétuelle évolution. Dans un premier temps, les fonctions étaient simples comme par exemple la mesure d'une surface tumorale.

Depuis quelques temps, on observe l'apparition d'outils d'interprétation de valeurs chiffrables en pathologie comme par exemple des outils reproductibles pour l'évaluation de l'expression de l'antigène HER2 dans les carcinomes mammaires, le grading automatique de ces carcinomes mammaires [20] ou bien plus récemment une solution permettant de distinguer les différents types d'oesophagites à éosinophiles [21]. Ces techniques d'analyse automatiques d'images jouissent d'un taux de concordance excellent selon une récente étude allemande [22]. Si elles sont fiables, il est tout à fait envisageable qu'à l'avenir, ces techniques soient automatisées compte tenu des lourdes conséquences thérapeutiques qui peuvent découler des données quantifiées issues de l'immunohistochimie.

En revanche, il faut garder à l'esprit que quelque soit le résultat de l'analyse faite par la machine, le diagnostic anatomopathologique demeure une intégration d'un ensemble de données et que dans certaines situations, certaines informations discordantes doivent pouvoir être écartées. Un diagnostic 100% automatique n'est à priori pas envisageable en ACP à l'heure actuelle.

b) Enseignement et télé-enseignement

De nombreuses publications ont montré l'intérêt de l'enseignement numérisé en médecine et notamment en anatomie pathologique : conservation des données, possibilités d'annotation, absence de dégradation des couleurs, partage de cas rares et mobilité sont autant d'arguments pour favoriser l'accès à la pathologie numérique pour les étudiants. Les technologies actuelles permettent de savoir quelles sont les zones qui ont été vues ou non vues, combien de temps a été consacré à l'étude de telle ou telle autre zone. Il est ainsi tout à fait envisageable d'imaginer des systèmes avertissant l'étudiant ou le pathologiste sur les zones qui auraient été négligées. Le travail publié en 2011 par Triola [23] a montré à quel point la créativité permettait de s'affranchir de coûts élevés : l'université Langone de New York a utilisé l'interface de programmation de Google Maps pour construire des lames virtuelles et ainsi les rendre accessibles sur ordinateurs, tablettes et smartphones (cf. figure 6). Ce travail permettait notamment aux étudiants d'annoter les lames et les informations étaient partagées via les réseaux sociaux. La facilitation de la numérisation de l'image devrait également permettre de créer des banques d'images. Ces banques d'images pourraient être bénéfiques en termes d'apprentissage, de formation continue voire d'aide au développement de solutions logicielles d'aide informatique au diagnostic [24].

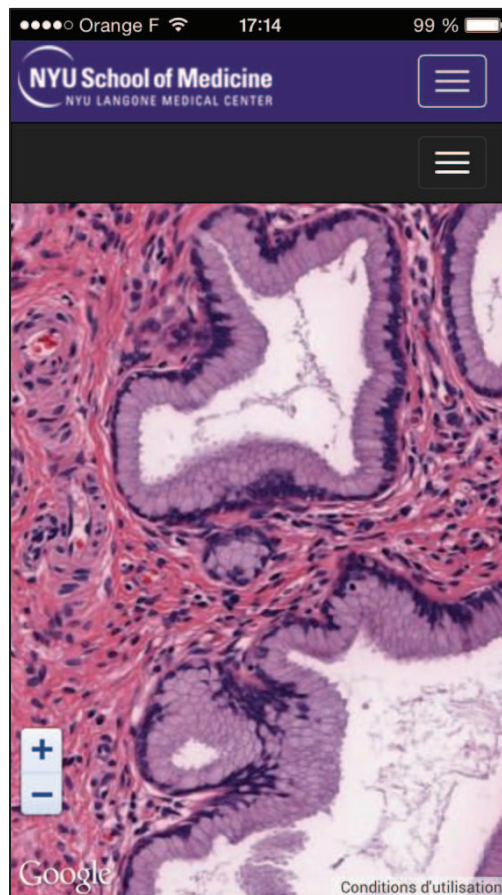


Figure 6 : Capture d'écran de WSI lue sur un smartphone par l'intermédiaire de l'interface de programmation Google Maps

c) Réunions et présentations

Des études ont montré que l'accès à des technologies de numérisation de l'image encourageait les pathologistes à partager leurs cas au sein de réunions multidisciplinaires [25, 26]. Notre expérience au sein du service de pathologie du CHU de Rouen confirme que la facilité à réaliser ces images est un point clé. Depuis la mise en place de notre étude, la facilité et la rapidité avec lesquelles nous pouvons créer des images ont régulièrement poussé les médecins à demander des photos prises avec un smartphone. Ainsi, à de nombreuses reprises, ces photos se sont glissées dans des réunions. Les intervenants en tiraient la satisfaction de la simplicité et de la rapidité ; les spectateurs ne s'apercevaient pas de la différence.

VIII. TELEMEDECINE ET SMARTPHONES

a) La littérature

L'idée de développer la télémédecine par smartphones n'est pas une idée nouvelle, on en retrouve trace dans la littérature alors même que ces technologies étaient émergentes [27]. En 2003, déjà, une équipe japonaise avait utilisé des téléphones portables pour transmettre des données d'imagerie cérébrale [28]. Le test était prometteur alors que la résolution était à l'époque de 0,11 Mpix soit environ 50 fois inférieure à celles disponibles aujourd'hui. Rapidement et dans beaucoup de spécialités, des études de faisabilité sont apparues, allant de croît avec l'évolution technologique [29, 30].

En 2013, 74% des médecins américains utilisaient régulièrement un smartphone dans le cadre de leur activité professionnelle [31].

La télémédecine est intimement liée à l'évolution des smartphones : ceux ci représentent une part de plus en plus importante de la « consommation » de données internet : en juillet 2012, 17% des pages internet consultées dans le monde l'étaient via un terminal mobile. Ce chiffre avait augmenté de 57% de juillet 2012 à à juillet 2013. Le site ARUPconsult illustre bien ce phénomène : il s'agit d'un site spécifiquement conçu pour être consulté via un terminal mobile (smartphone ou tablette). Il est destiné aux professionnels de santé et répertorie les différents examens complémentaires à leur disposition, leurs indications et interprétations.

Dès juin 2011, la société Leica communiquait sur la sortie de son application SlidePath qui permettait d'appliquer la technologie la lecture d'images WSI sur des

smartphones (cf. figure 7). Les images avaient été réalisées via un scanner de lames de la même marque. Cette initiative précoce avait pour avantage de montrer que la technologie WSI était tout à fait envisageable sur des smartphones d'un point de vue purement technique. En revanche, elle met en exergue une des difficultés rencontrées : l'incompatibilité des formats d'images entre eux. L'application ne lit que les images produites par des produits Leica. La société Philips, par exemple, présente également des formats d'images qui lui sont propres. A l'avenir, il semble absolument nécessaire que les constructeurs d'entendent sur un format commun à adopter.

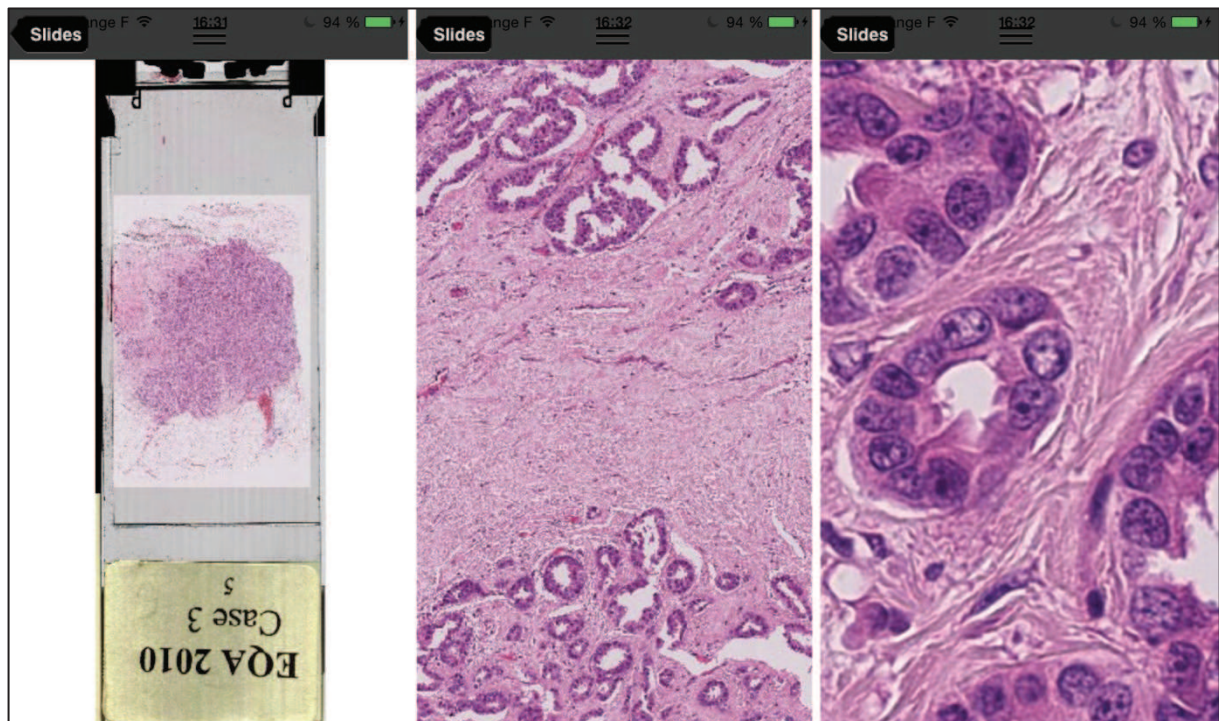


Figure7 : Illustration de la possibilité d'application du WSI aux smartphones

Néanmoins, le WSI n'est pas, pour le moment, réalisable par un smartphone sans scanner de lame. En revanche, la prise de photographies statiques, à travers le microscope, est possible. La publication de Lehman et Gibson [32] montrait en 2013 la possibilité d'utiliser cette technique en dermatopathologie. Cette expérience évaluait également les enregistrements vidéo et diffusions en direct, les niveaux de qualité affichaient étaient moindres mais suffisants au diagnostic.

b) Considérations techniques

Nous rapportons le fait que la prise de photographies est possible à travers l'oculaire d'un microscope et qu'elle permet la production d'images de bonne qualité. Les microscopes optiques sont conçus de façon à ce que l'image agrandie par le groupe de lentilles formant l'objectif arrive exactement au point focal du groupe de lentille formant l'oculaire. Ainsi, l'image perçue par l'œil est une image virtuellement située à l'infini (cf. figure 8). Le but étant d'obtenir l'image la plus reposante pour l'œil car la vision à l'infini ne nécessite pas d'accommodation.

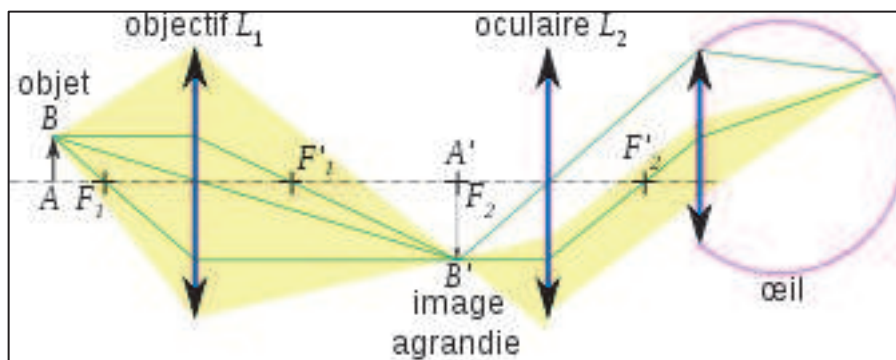


Figure 8 : Principe simplifié de la microscopie optique

Ainsi, lorsqu'un appareil photo est appliqué derrière l'oculaire d'un microscope, la distance capteur photo / l'oculaire doit être le plus proche possible de la distance habituelle rétine / oculaire.

L'appareil photo fera alors le point sur l'infini.

Néanmoins, l'image formée sera une image ronde. Nous ne sommes pas habitués à regarder des photos rondes. Il convient alors soit de laisser cette image ronde soit d'effectuer un léger « crop » ou zoom. L'image deviendra alors rectangulaire en échange d'une perte partielle de l'information et d'une modification partielle du grossissement (cf. figure 9).

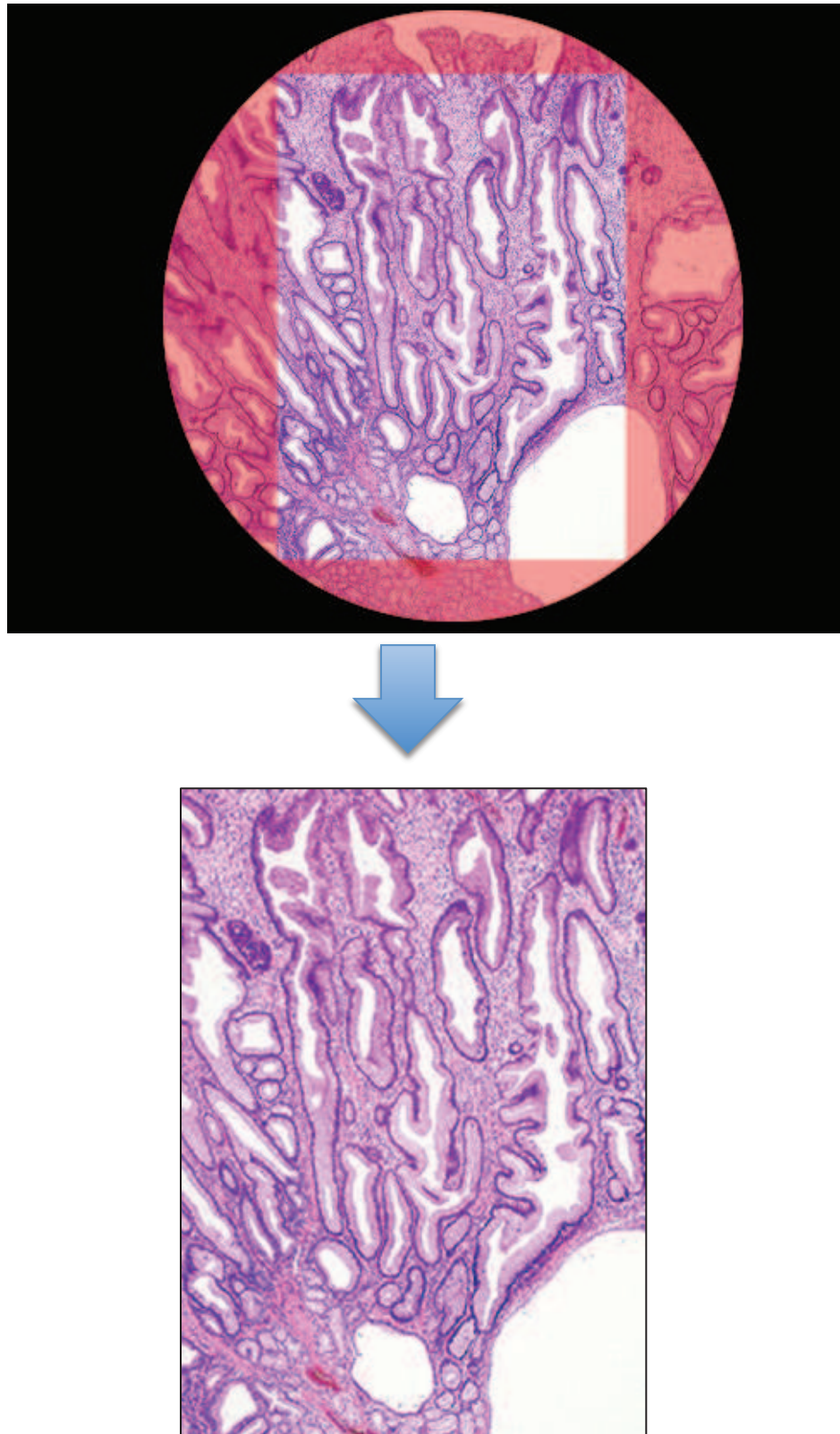


Figure 9 : Illustration du grossissement produit par le "cropping" d'une image ronde en image rectangulaire : il existe une perte d'information partielle, en périphérie, et un grossissement de l'image.

Afin d'obtenir une image de qualité et notamment de limiter le risque de flou, il est recommandé d'utiliser un adaptateur reliant le microscope et le smartphone, libérant par la même occasion les mains pour le contrôle du microscope. Roy a présenté les trois principaux modèles disponibles (cf. figure 10) sur le marché et leurs intérêts [33]. Nous avons utilisé pour notre étude le modèle de la société SkyLightScope (modèle de la photo b sur la figure).

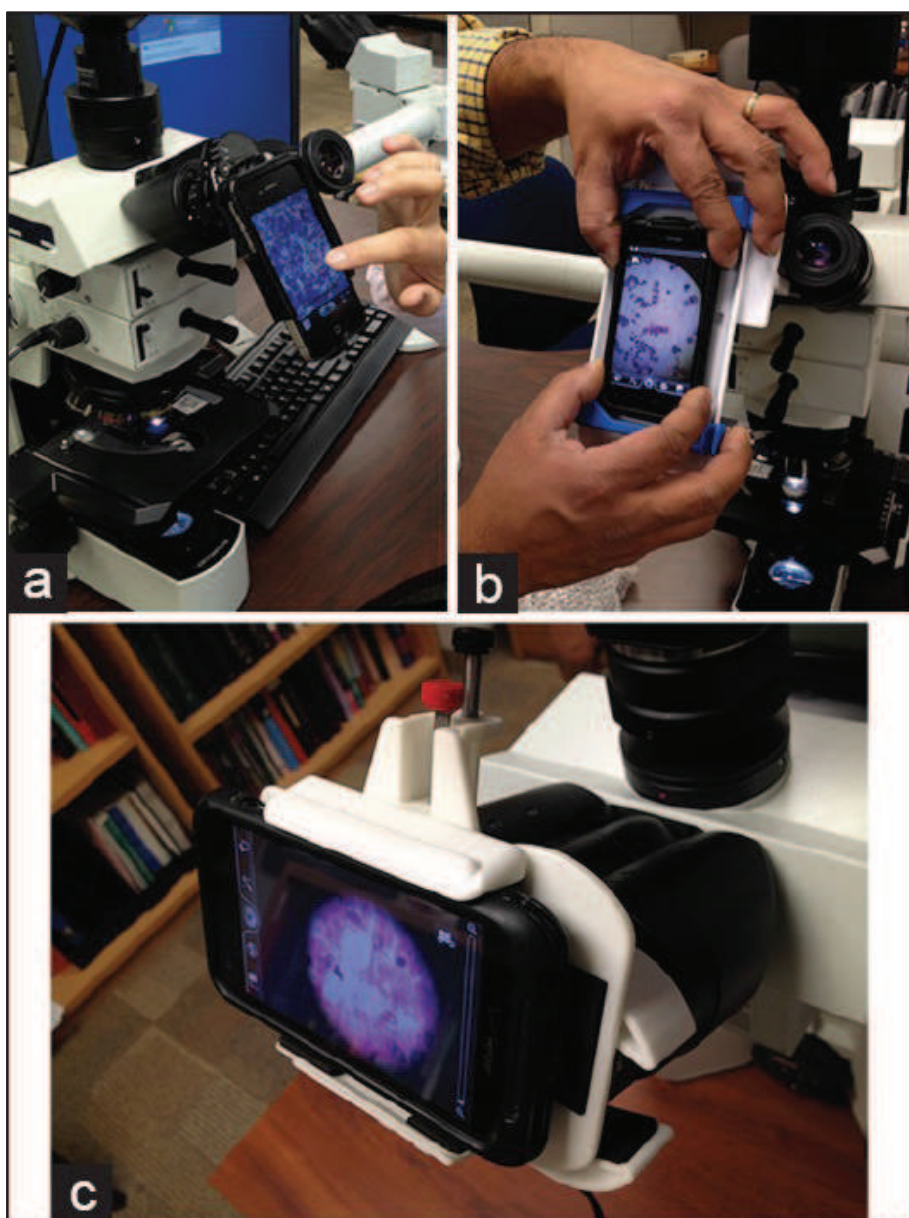


Figure 10 : les adaptateurs de smartphones pour microscopes Magnifi (en haut à gauche), SkyLightScope (en haut à droite) et Snapzoom (en bas). D'après Roy.

IX. ASPECTS MEDICO-LEGAUX

Il s'agit vraisemblablement du volet le plus complexe de la mise en place de la télépathologie et notamment en France. Une des différences majeures entre la pratique de la biologie médicale et celle de l'ACP réside dans le fait que les données ACP ne sont pas des données chiffrées. Elles ne sont pas interprétées par des machines mais le médecin pathologiste « traduit » des images en compte rendu écrit. Cela fait des données histologiques un document certes personnel mais tout à fait anonyme en tant que tel et même absolument ininterprétable pour une quelconque personne non pathologiste. Pourtant de nombreuses lois, recommandations et normes tentent d'encadrer la pratique de la télépathologie. Néanmoins, nous verrons que la plupart de ces encadrements ne sont que de simples adaptations à la pathologie d'autres domaines. De ce fait, les situations ne sont pas toujours claires.

a) Le flou entourant l'ACP

Selon le décret du 19 octobre 2010, Chaque acte de télémédecine est réalisé dans des conditions garantissant l'authentification des professionnels de santé intervenant dans l'acte, l'identification du patient et l'accès des professionnels de santé aux données médicales du patient nécessaires à la réalisation de l'acte. Lorsque la situation l'impose, la formation ou la préparation du patient à l'utilisation du dispositif de télémédecine sont inscrits dans le dossier du patient tenu par chaque professionnel médical intervenant dans l'acte de télémédecine et dans la fiche d'observation mentionnée à l'article.

En pratique, l'application de ces termes est difficile voire impossible pour le pathologiste : le patient n'est quasiment jamais en contact avec le pathologiste, rendant impossible la

recherche de consentement écrit et éclairé. Par ailleurs, d'un point de vue technique, des données cliniques généralistes et non strictement personnelles suffisent au diagnostic.

La loi précise également que pour chaque intervenant d'un acte de télémédecine doit être tracé : le compte rendu de la réalisation de l'acte ; les actes et les prescriptions médicamenteuses effectués dans le cadre de l'acte de télémédecine ; l'identité des professionnels de santé participant à l'acte ; la date et l'heure de l'acte et le cas échéant, les incidents techniques survenus au cours de l'acte.

La norme d'accréditation ISO 15 189 est entrée en vigueur en 2007 et révisée en 2012. Cette norme est valable jusqu'à fin 2015. Avant 2010, l'article L6211-1 du code de santé publique concernant les laboratoires de biologie excluait de la définition des actes de biologie « les actes d'anatomie et de cytologie pathologiques exécutés par les médecins spécialistes de cette discipline ».

L'ordonnance du 13 janvier 2010 relative à la biologie médicale et la modification du code de santé publique qui s'en est suivie enlevait la dernière phrase entraînant la confusion entre ces deux spécialités et imposait l'accréditation selon la norme iso 15189 pour les actes « effectués à l'aide de techniques relevant de la biologie médicale », définition particulièrement floue. L'acte d'ACP devenait ainsi un acte de biologie réalisé par des médecins spécialistes dans cette discipline avec une obligation d'accréditation pour certains actes.

Début 2013, le Sénat et l'Assemblée Nationale ont confirmé l'exclusion des actes ACP des actes de biologie et ont reporté l'obligation d'accréditation des structures ACP.

A ce jour, le diagnostic est exclu de la démarche qualité mais de nombreuses techniques nécessaires à son établissement devront l'être. La situation demeure donc confuse.

b) Confidentialité, sécurité et transmission des données

Comme le précise l'annexe B de la norme ISO 15 189, Tout système de gestion informatique des données doit être déclaré à la Commission Nationale Informatique et Liberté (CNIL) par le site utilisateur.

Pour les structures d'ACP possédant un système informatique de gestion du laboratoire (SGL), celui-ci doit être conçu et réalisé de façon à éviter les erreurs et à respecter la confidentialité des données qu'il contient. L'article 25 de la loi de 1978 et l'article 6 de la directive européenne de 1995 exigent que les données soient collectées loyalement, librement, pour des objectifs déterminés, explicites et légitimes et que ces données soient adéquates, pertinentes et non excessives au regard des finalités déclarées.

L'Article 17 de la directive européenne de 1995 précise que « le responsable du traitement doit mettre en œuvre les mesures techniques et d'organisation appropriées pour protéger les données à caractère personnel contre la destruction accidentelle ou illicite, la perte accidentelle, l'altération, la diffusion ou l'accès non autorisé, notamment quand le traitement comporte des transmissions de données dans un réseau, ainsi que contre toute autre forme de traitement illicite ».

La structure d'ACP doit mettre en place des procédures permettant de garantir que les résultats diffusés par téléphone ou tout autre moyen électronique ne soient communiqués

qu'aux destinataires autorisés. Les résultats communiqués oralement doivent être suivis d'un compte rendu enregistré en bonne et due forme. L'utilisation du fax pour transfert de données nominatives fait également l'objet de recommandations par la CNIL, notamment lors de l'émission des messages, le fax doit afficher l'identité du fax destinataire pour s'assurer de l'identité du destinataire.

La loi 2004-801 du 6 août 2004 ne modifie que peu les modalités de recueil des données collectées pour prendre en charge des patients. Le traitement de données à caractère personnel ne peut se faire qu'après avoir reçu le consentement de la personne ou en cas d'absolue nécessité thérapeutique. Les modalités et les délais de conservation des fichiers sont précisés.

En septembre 2009 a été créée l'Agence des Systèmes d'Informations Partagées de santé (ASIP Santé). Selon ses propres termes, avec l'ASIP Santé, l'e-santé en France dispose dorénavant d'une agence d'Etat dont l'objectif est de favoriser le développement des systèmes d'information partagés dans les secteurs de la santé et du médico-social. Ses missions s'entendent de la conception et du déploiement de systèmes d'information partagés de santé, tel le Dossier Médical Personnel (DMP), à la production et la promotion de référentiels nationaux et internationaux, notamment en matière d'interopérabilité technique et sémantique, et de systèmes de sécurité.

La CNIL essaie de synthétiser ces éléments en rappelant que, en dehors des contextes d'urgence et de permanence des soins, les médecins pratiquant la télémédecine doivent entrer dans le cadre d'un programme national de télémédecine ou bien signer un contrat avec l'ARS,

autorisant le projet, tenant compte des spécificités des besoins et de l'offre de soins sur le territoire considéré.

Ensuite, le projet doit faire l'objet d'une convention entre les différents acteurs. Les professionnels de santé intervenant doivent respecter les conditions d'exercice.

c) Régulation des systèmes informatisés

A l'heure actuelle, il n'existe pas de régulation ou de normalisation des systèmes de numérisation d'image en pathologie. Comme le remarque justement Pantanowitz dans sa revue de littérature [7], il n'existe à l'heure actuelle aucune normalisation en ce qui concerne l'équipement des pathologistes en matière de microscopie optique. En revanche, il n'y a aucune certitude en ce qui concerne les outils de numérisation. Si des recommandations venaient au jour, elles pourraient prendre la forme de certification d'un matériel précis ou bien de chacune des composantes techniques qui la caractérisent (par exemple en termes d'affichage : taille de l'écran, contraste, dimension des pixels, luminance...). De la même façon, on peut se demander si les champs d'application seraient tous autorisés ou bien seulement par organe, par type de pathologie, de techniques, de modes d'exercice...

d) Responsabilité médicale

L'utilisation de la télémédecine ne remet pas en cause les conditions de l'exercice personnel de la médecine, chaque médecin restant responsable de ses propres actes. Dans le cas du télédiagnostic, le médecin faisant appel à un confrère expert par l'intermédiaire d'un

réseau n'est pas responsable des actes de celui-ci. Le diagnostic formulé par l'expert engage uniquement la responsabilité de ce dernier. Toutefois, la responsabilité du médecin pourrait être engagée par le patient s'il était démontré que ce médecin a commis une erreur dans le contenu des informations transmises à l'expert. Si le médecin participe à la formulation du diagnostic, sa responsabilité pourra être engagée. A ce titre, et en pareille situation, la responsabilité des deux médecins pourra être retenue.

e) L'exemple des Etats-Unis

Le journal JAMA a publié en novembre 2013 les recommandations de la Food and Drugs Administration (FDA) pour l'élaboration et l'utilisation des applications mobiles dédiées à la télémédecine [34]. Selon les estimations des industriels de la téléphonie mobile, en 2015, 500 millions de personnes dans le monde utiliseront ce type d'application. Ces recommandations ne sont qu'indicatives et ne représentent en aucun cas des obligations légales ni un cahier des charges. Ces recommandations sont essentiellement destinées aux applications utilisant un accessoire connecté au smartphone (oxymètre, électrocardiographe...).

Ainsi, la FDA préconise de classer les applications médicales comme tous les autres matériels à usage sanitaire en 3 classes selon les risques potentiels en cas de défaillance. Les exemples donnés sont la brosse à dent pour le matériel de classe I, le préservatif pour le matériel de classe II et la valve aortique mécanique pour le matériel de classe III. Ainsi, c'est au développeur de l'application de classer lui-même son produit.

Ce document donne l'exemple d'une application permettant l'envoi d'une image d'un système central d'imagerie (PACS) vers un terminal mobile : ce type d'application est

considéré à risque potentiel car induit une décision thérapeutique, et est donc sujet à une régulation stricte. A l'inverse les systèmes permettant l'échange d'images entre professionnels de santé n'est pas régulé.

L'envoi d'images médicales pour avis n'est pas explicitement cité, mais il se situe à la frontière entre ces deux cas.

Ces recommandations devraient prochainement servir de guide au sénat américain en vue d'une éventuelle légifération.

Comme le souligne Collins, directeur de la Société des Systèmes d'Information et de Gestion en Santé (HIMSS), ce type d'approche libertaire facilite l'innovation. Elle ne freine jamais la créativité tant qu'il n'y a pas de risque pour le patient.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE DE FAISABILITÉ VISANT À TESTER LA CAPACITE TECHNIQUE ET LES LIMITES DE L'UTILISATION DE SMARTPHONES POUR LE DIAGNOSTIC EN ACP

X. LE CONTEXTE : SONDAGE AUPRES DE 202 PATHOLOGISTES FRANCAIS

Nous avons cherché à connaître l'opinion des pathologistes français à propos des techniques de pathologie numérique : leur équipement, leurs pratiques puis nous leur avons soumis un exemple de cas qui avait été pris en photo avec 3 appareils différents : un scanner de lames dont le coût est d'environ 100 000 euros, un microscope numérique dont le coût est d'environ 10 000 euros, et un smartphone dont le coût est d'environ 500 euros. Il était demandé aux participants de désigner la meilleure et la moins bonne image selon eux. Les participants pouvaient laisser librement des commentaires.

a) Réalisation

Il s'agissait d'un questionnaire en ligne, réalisé à l'aide du site Google Docs (cf. Annexe 1). La mise en ligne a été effectuée le 26 mai 2014. Les pathologistes ont été informés par l'intermédiaire de la Société Française de Pathologie : un courriel était envoyé à tous les inscrits. Il comportait une explication concernant le but de cette étude et le lien vers le questionnaire en ligne. Les données étaient recueillies de façon anonyme. Une relance par courriel était effectuée 40 jours plus tard.

b) Objets

Des données épidémiologiques étaient tout d'abord recueillies : âge, sexe, mode d'exercice, fonction, nombre de collègues sur le lieu de travail. Ensuite, étaient évaluées les fréquences de demandes d'avis et relecture de lames. Puis on essayait de savoir dans quelle mesure les pathologistes étaient équipés en téléphonie mobile et l'éventuel usage professionnel qu'ils en faisaient.

Dans un second temps, l'équipement des pathologistes était évalué, leur opinion concernant l'utilisation de ces technologies était recueillie et enfin, il leur était proposé d'évaluer les qualités d'images issues des 3 appareils sus-cités.

c) Résultats

Au total, 202 réponses ont été recueillies.

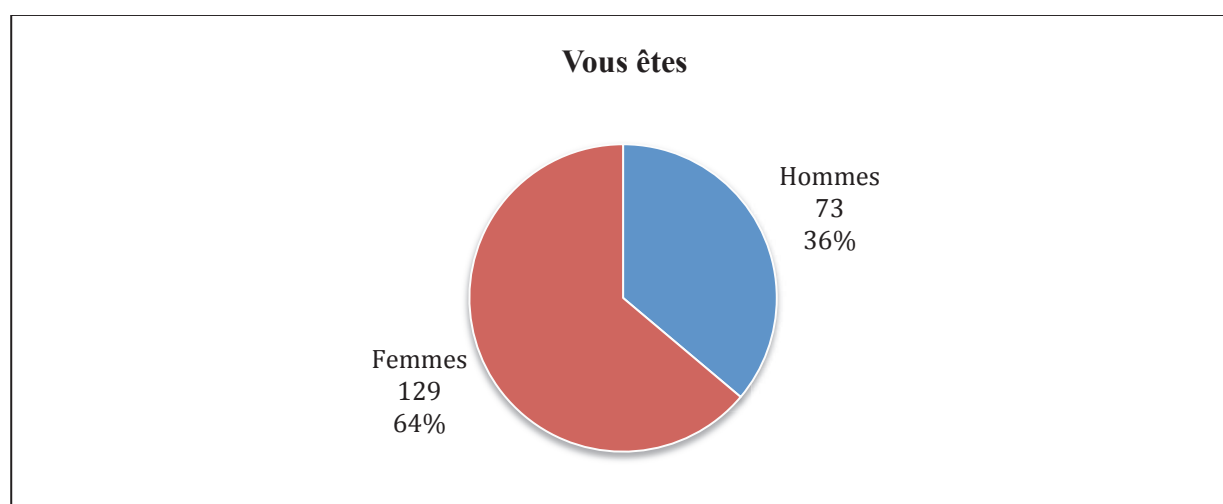


Figure 11 : Répartition par sexe des répondants

Il s'agissait à 64% de femmes (cf. figure 11). 77% des personnes ayant répondu travaillaient exclusivement en secteur hospitalier contre 16% en libéral et 7% avaient une activité mixte (cf. figure 12).

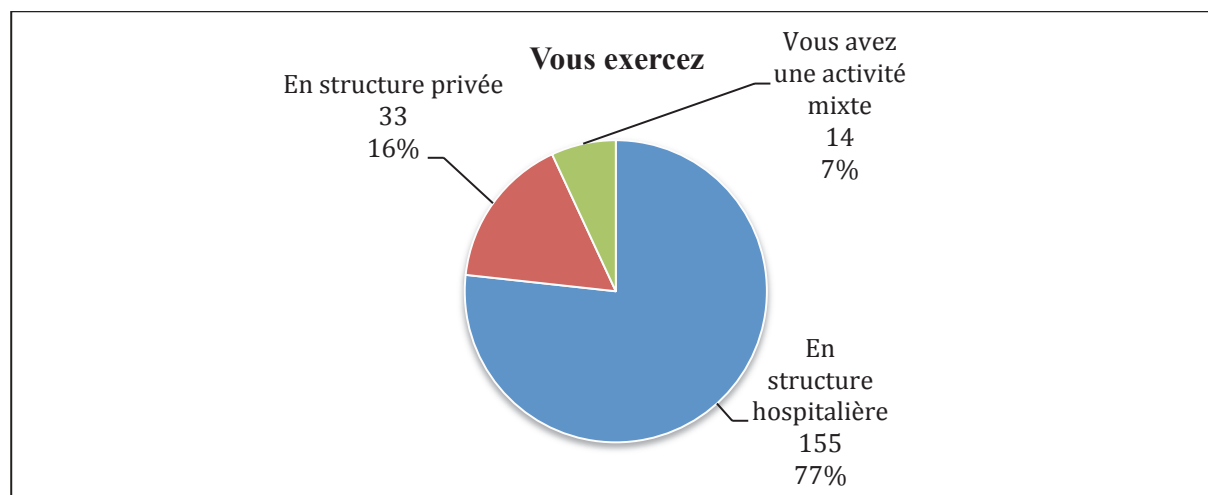


Figure 12 : Répartition par secteur d'activité des répondants.

Toutes les tranches d'âges étaient représentées néanmoins les plus jeunes étaient nombreux : 51% des participants avaient moins de 40 ans (cf. figure13).

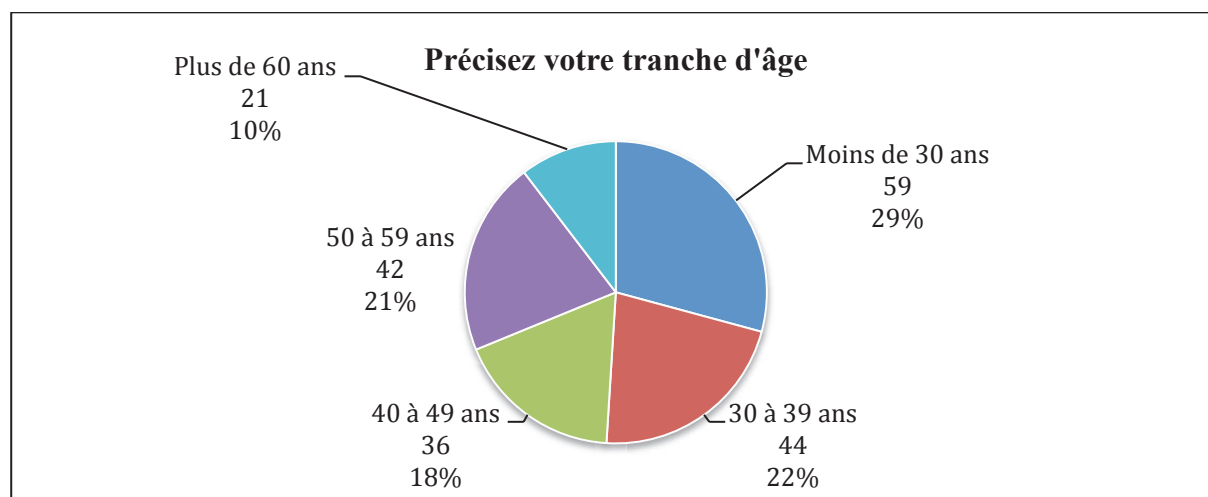


Figure 13 : Répartition par tranche d'âge des répondants

Les internes étaient donc la fonction la plus représentée avec 33% des répondants (cf. figure 14).

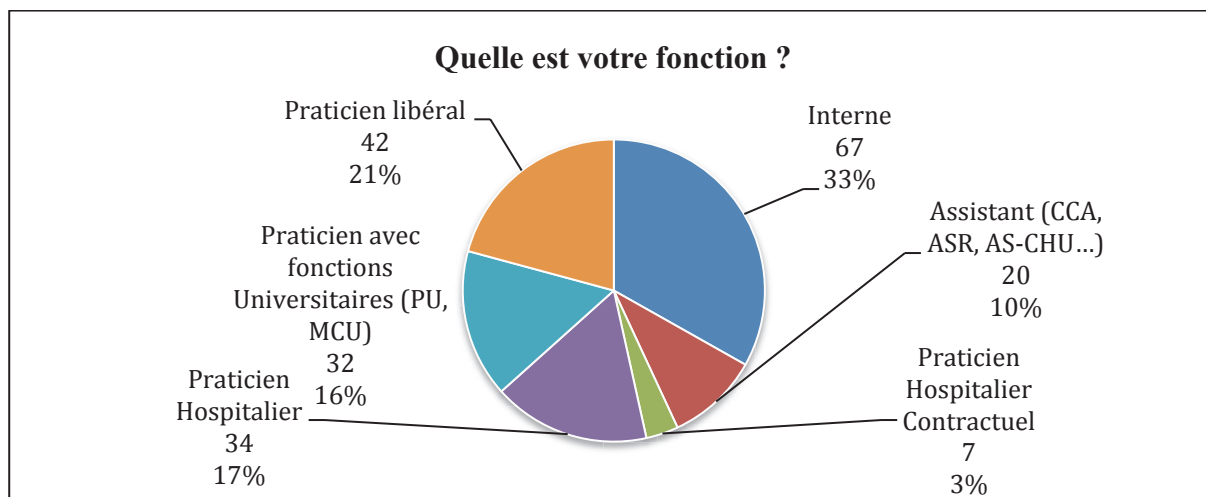


Figure 14 : Répartition par fonction des répondants

La majorité des répondants avaient plus de 5 collègues pathologistes sur leurs lieux de travail (cf. figure 15).

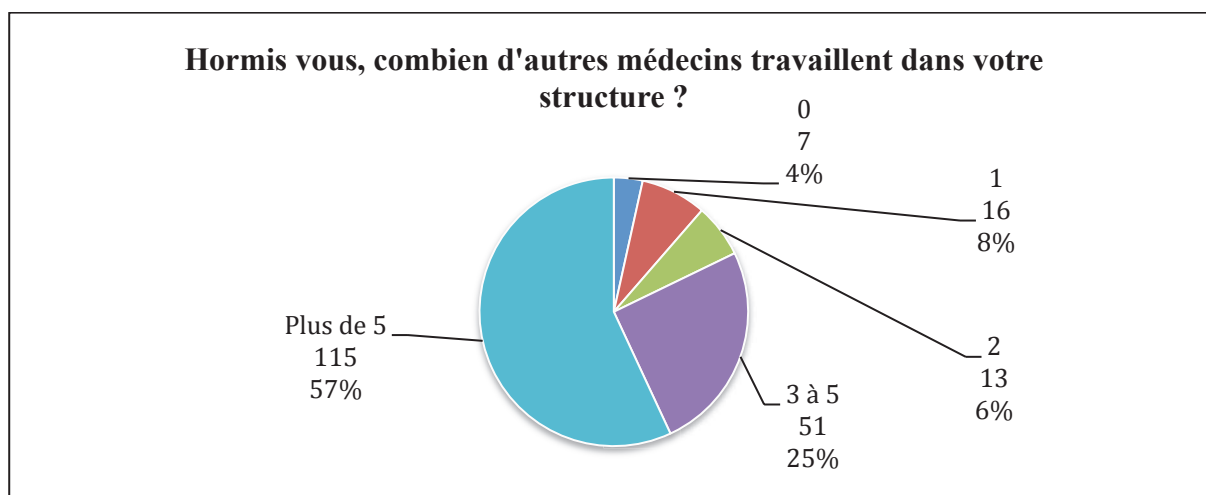


Figure 15 : Répartition des répondants par nombre de collègues.

Il est intéressant de noter que les répondants estiment avoir recours très modérément aux relectures de lames par leurs collègues (cf. figure 16).

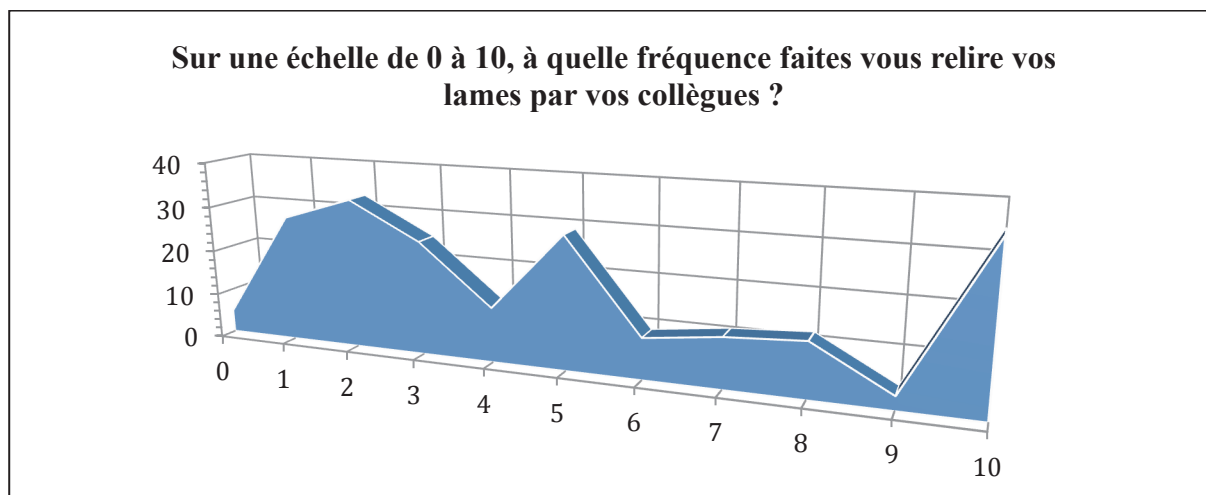


Figure 16 : Auto-évaluation de la fréquence des relectures de lames

De la même façon, la majorité d'entre eux envoient des lames pour avis extérieurs une fois par mois ou moins (cf. figure 17).

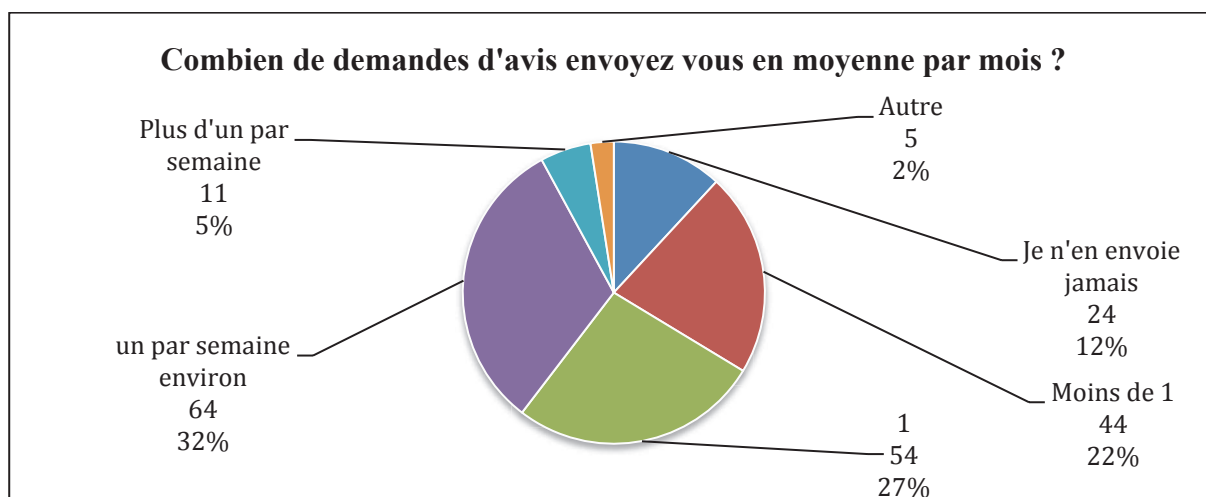


Figure 17 : Fréquence des envois d'avis extérieurs.

En ce qui concerne l'équipement, 99% des pathologistes ayant répondu possédaient un téléphone portable. 87% avaient la possibilité d'envoyer des e-mails avec photo et 83% déclaraient l'utiliser dans le cadre de leur activité professionnelle (cf. figure 18).

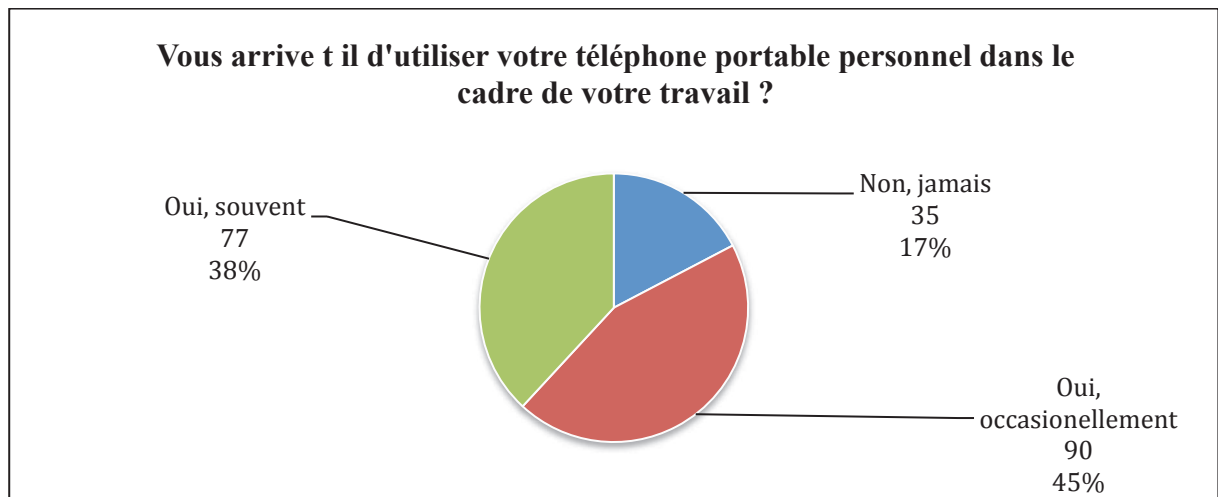


Figure 18 : Utilisation du téléphone portable personnel à but professionnel.

En revanche, d'une manière globale, l'équipement des pathologistes en matière d'imagerie numérique est faible : seulement 27% disposaient d'un appareil photo numérique relié à leur microscope et 24% avaient accès à un scanner de lames (cf. figure 19).

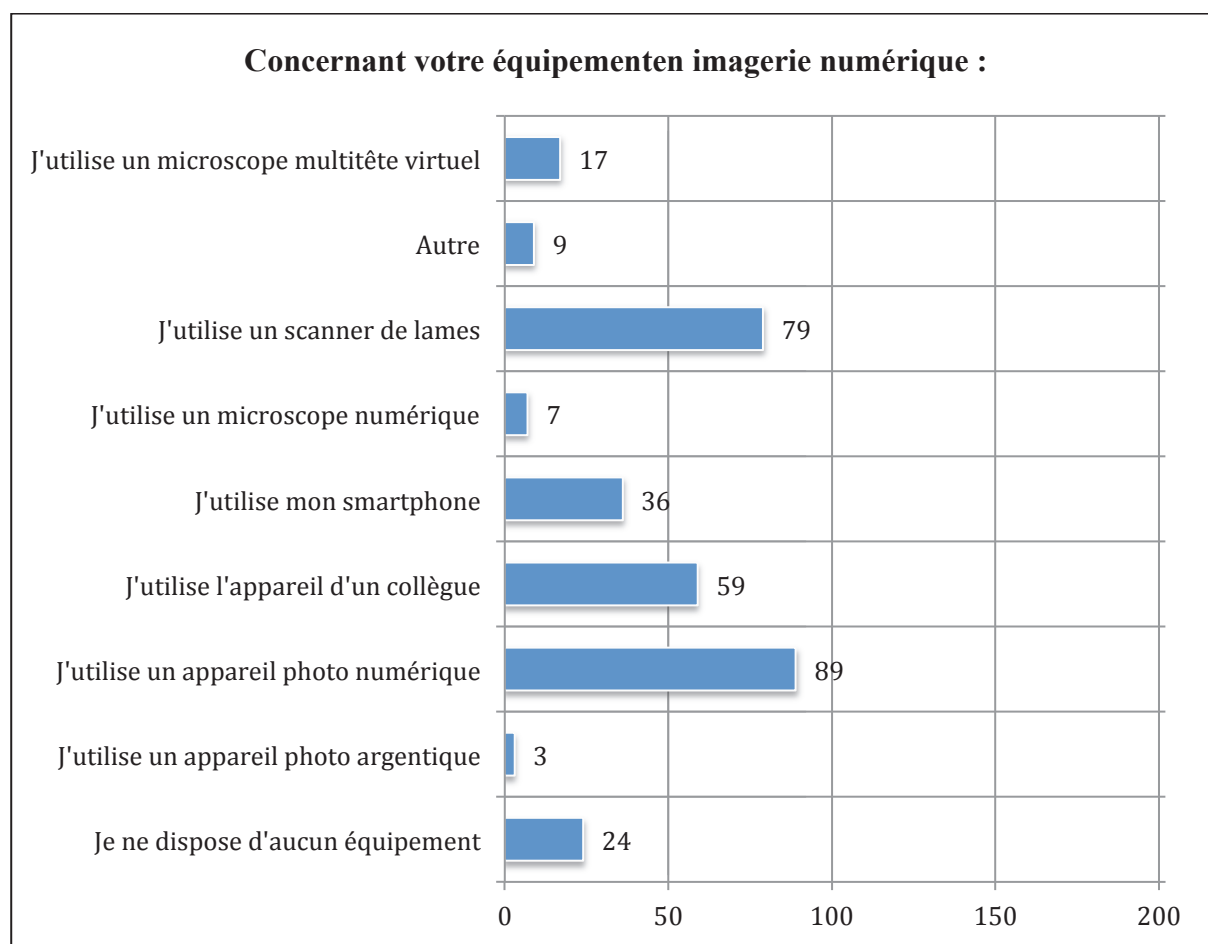


Figure 19 : Equipement des répondant en termes d'imagerie numérique

Notons que parmi ce faible pourcentage d'utilisateurs de scanners de lames, seulement 30% déclarent les utiliser sans problème (cf. figure 20).

L'inconvénient mis en avant était le poids des fichiers produits. La qualité de l'image n'était mise en cause que par 4% des répondants.

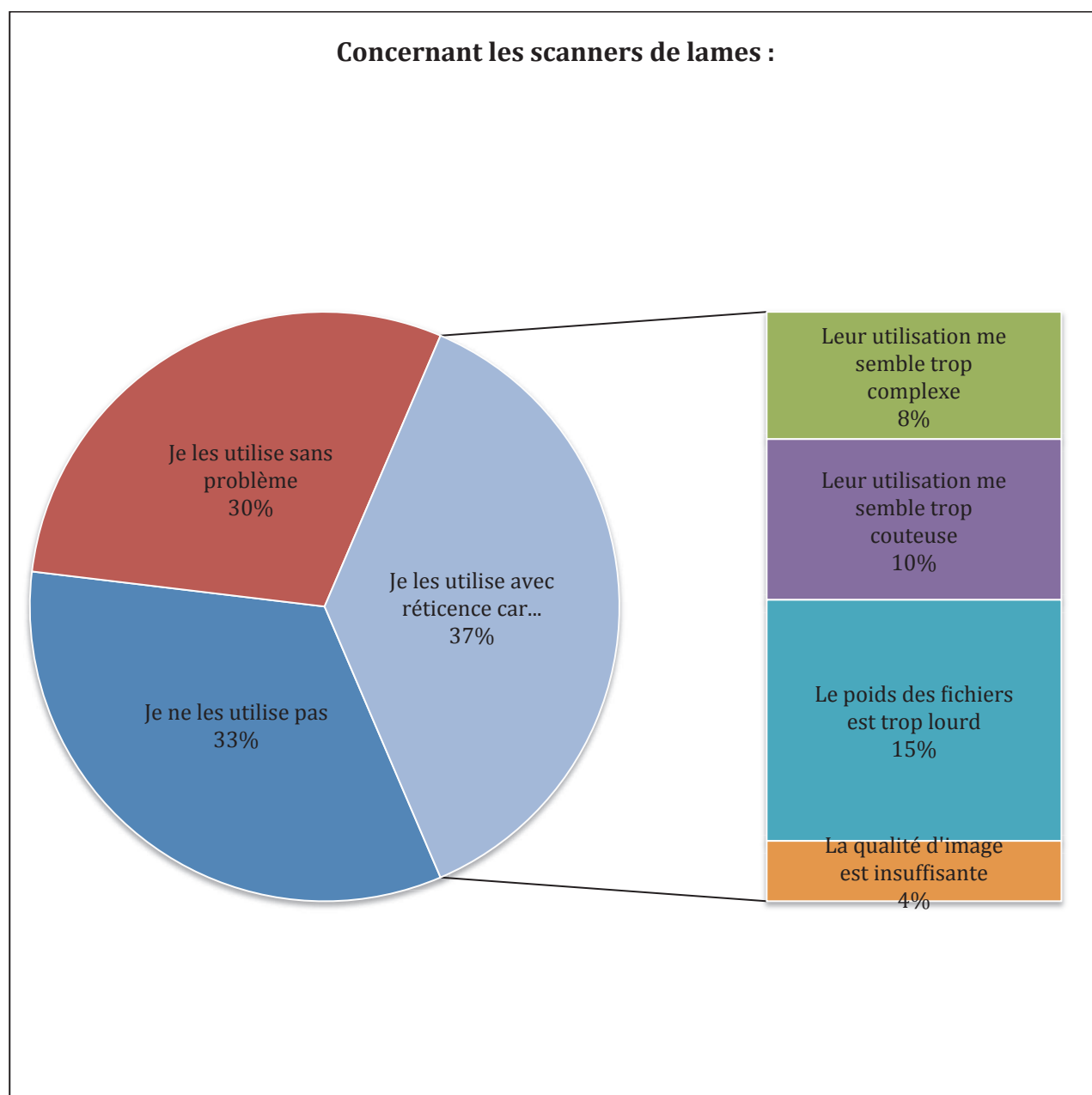


Figure 20 : Avis concernant l'utilisation des scanners de lames.

Il est également intéressant de souligner que les pathologistes placent l'intérêt principal de la pathologie numérique dans la réalisation de staffs ou de présentations et RCP, bien avant le télédiagnostic et les demandes d'avis (cf. figure 21).

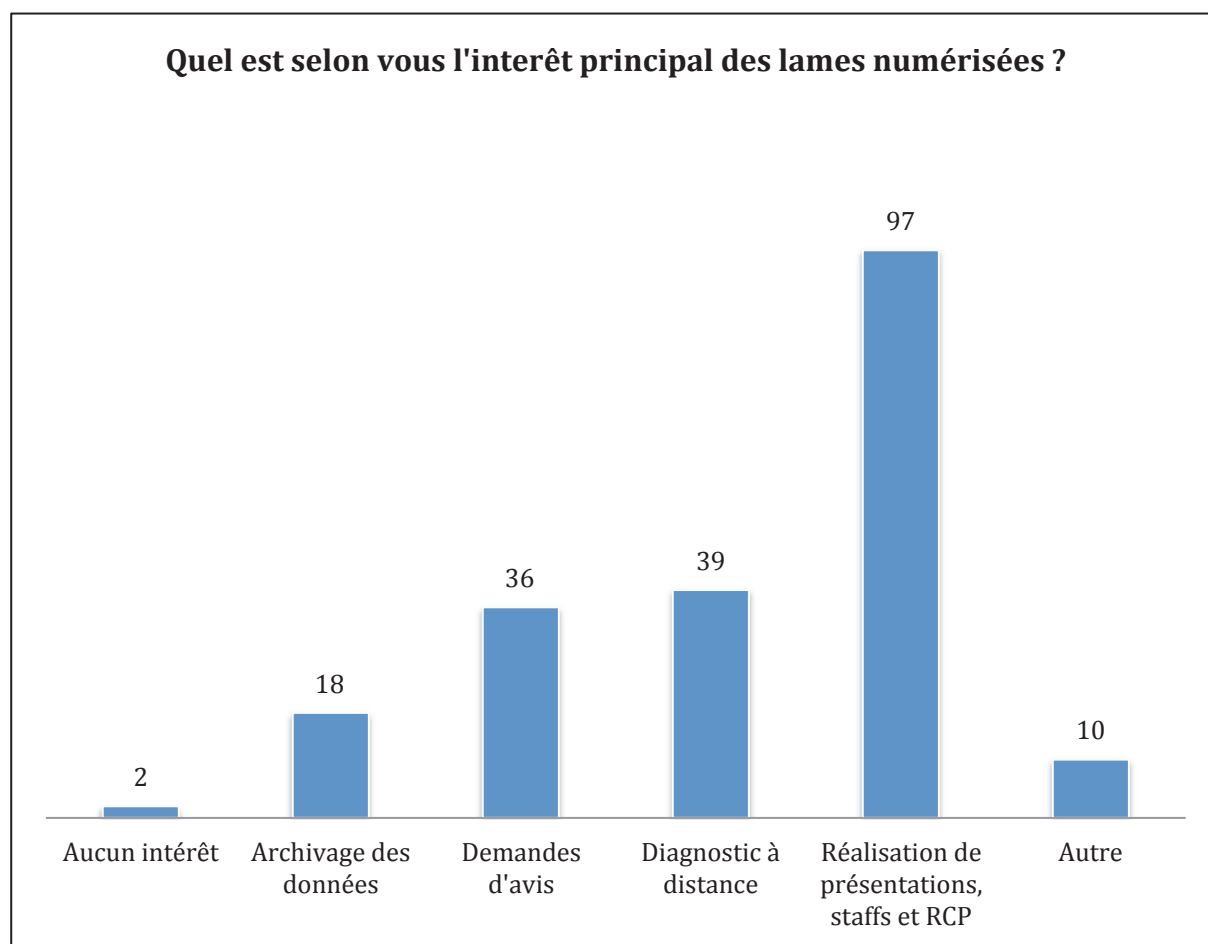


Figure 21 : Intérêt principal de la numérisation des lames selon les répondants.

52% des personnes ne savaient pas qu'il était possible de faire des photos histologiques avec un smartphone alors que 75% déclaraient qu'elles échangeraient plus de cas si ces échanges étaient plus rapides et faciles techniquement (cf. figure 22).

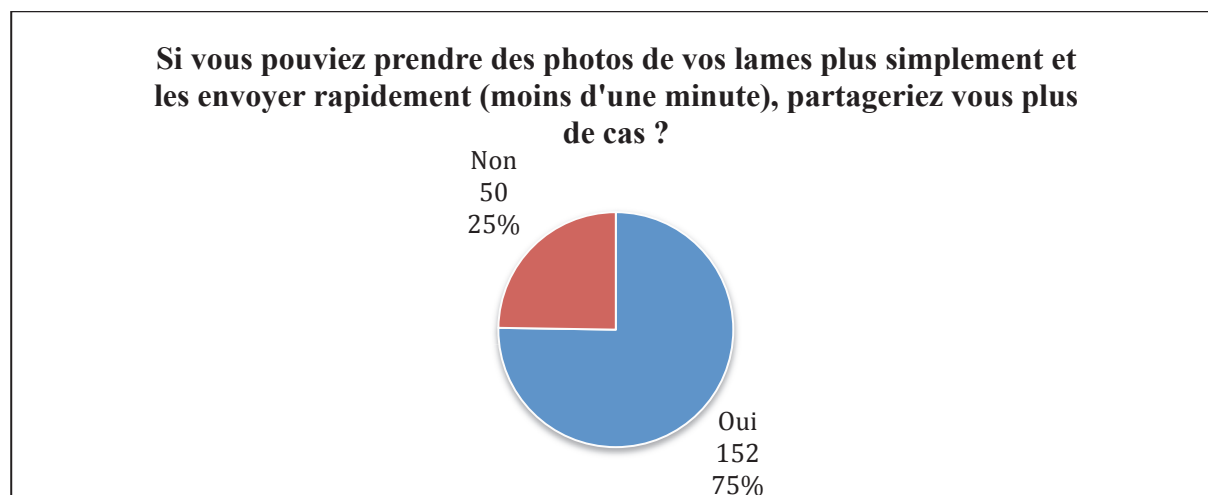


Figure 22 : La complexité du partage en limite le nombre.

Lorsqu'il était demandé d'identifier la photo de meilleure qualité, la photo issue du scanner de lames était la plus désignée, quelque soit le grossissement choisi.

Quand on demandait quelle photo était de moins bonne qualité, la photo issue du smartphone faisait mieux que le microscope numérique au grossissement x10 alors qu'elle était désignée aux grossissements x20 et x40.

Pourtant, dans aucune des trois situations, la photo issue du smartphone ne parvenait à être désignée. En moyenne, 15% des personnes ne voyaient pas de différence notable et 20% pensait même qu'aucune n'avait été prise avec un smartphone.

Parmi les remarques faites par les personnes ayant répondu au questionnaire, il est amusant de noter qu'une personne affirmait avoir déjà fait publier dans le bulletin de l'AIP un article comportant des photos prises avec un smartphone.

Une personne soulignait à juste titre, nous en avons déjà parlé, que les photos étaient vraisemblablement comparables en terme de qualité, de résolution mais qu'elles se différenciaient essentiellement par leurs teintes (contraste température, luminosité...).

d) Interprétation

Il faut tout d'abord réaliser que les personnes ayant répondu à ce test sont plus jeunes que la moyenne des pathologistes français, ce qui constitue un point intéressant dans la mesure où la télépathologie est une perspective pour notre spécialité.

Les personnes interrogées dans notre échantillon étaient également plus issues du secteur public que ne le voudrait une simple transposition de la population globale, probablement du fait du jeune âge. Ainsi, ces personnes sont moins isolées que certains libéraux, comme le soulignait justement un pathologiste exerçant dans les îles de l'océan indien.

Il est intéressant de noter que pour les répondants, le second avis n'est pas l'intérêt principal des lames numérisées : on retrouve des résultats similaires dans l'étude de Onega [35], qui montrait que bien que 88% des pathologistes soient convaincus de l'utilité du WSI pour demander des avis, seulement 4% l'utilisait prioritairement dans ce but, loin derrière l'usage pour les staffs ou RCP (50%). Nous montrons ici le fait que la complexité de la technique est un frein majeur à la télépathologie mais cette limitation est probablement multifactorielle et on peut mettre en cause la méfiance vis à vis de la technique ainsi que les aspects médico-légaux qui demeurent souvent une zone d'ombre.

Il est étonnant de noter que près de la moitié des personnes déclaraient connaître la technique de photographie par Smartphone. En effet, au sein du service, personne ne connaissait cette technique auparavant. Lors des différents échanges avec des collègues hors du CHU de Rouen, la technique n'était pas connue non plus.

Ceci illustre peut être d'une part une des limites d'un questionnaire déclaratif et d'autre part un effet Hawthorne.

Nous avons vu que les moyens technologiques en télémédecine et en télépathologie étaient globalement avancés et en perpétuelle évolution. Nous avons également vu que la population de pathologistes était peu abondante, et en voie de « rajeunissement ».

Compte tenu des coûts élevés des techniques de numérisation de l'image d'une part et du temps nécessaire à ces numérisations d'autre part, nous avons cherché à savoir si l'utilisation d'outils simples, très répandus et peu onéreux était une solution acceptable pour la télépathologie et à en chercher les limites.

Ainsi, notre questionnaire a montré la large distribution des smartphones parmi les pathologistes et il nous semblait intéressant de l'envisager comme un outil potentiel de télépathologie.

Le but de cette étude était donc d'évaluer la capacité du Smartphone à être un outil d'aide au diagnostic de recours pour le pathologiste.

XI. MATERIELS ET METHODES

Ce travail a été réalisé de façon prospective sur une période de 8 mois, au sein des services d'ACP du CHU de Rouen et du Centre de Recherche et de Lutte contre le Cancer Henri Becquerel.

Nous avons inclus 3 types de demandes dans cette étude :

- Des demandes d'avis provenant d'autres établissements.
- Des demandes d'avis entre deux médecins au sein de nos établissements.
- Des demandes d'avis d'un interne en ACP à un médecin sénior au cours d'un examen extemporané sur coupe(s) congelée(s) ou en cytologie pas apposition.

Les médecins et internes des services avaient été informés au préalable de la tenue de cette étude et ont été sollicités pour déléguer ces cas à l'investigateur. Le but, les matériels et méthodes leur étaient exposés. Les médecins responsables des cas étaient libres de décider si le cas pouvait entrer dans l'étude.

Lorsqu'un cas été proposé, celui ci était inclus quelques soient la pathologie, les caractéristiques du patient ou l'identité du médecin demandeur.

Pour chaque cas inclus, une fiche standardisée était réalisée.

Les données recueillies étaient pour les avis extérieurs et les avis internes :

- D'ordre administratives : identité du patient, numéro d'enregistrement du cas dans l'étude, numéro d'enregistrement du cas dans le laboratoire, date de réception, médecin demandeur et médecin destinataire.

- D'ordre techniques : le type de tissu concerné par la demande, le nombre de lames concernées par la demande en détaillant le type de coloration(s) et les éventuels marquages immunohistochimiques (IHC). Sur le même principe, le nombre de photos réalisées était noté en détaillant les colorations et IHC.
- La demande du médecin expéditeur était résumée.
- L'avis du médecin destinataire était recueilli après avoir vu les photos issues d'un Smartphone.
- L'avis du même médecin était recueilli après avoir vu les lames réelles sur microscope optique traditionnel.
- Les éventuelles remarques étaient notées.

Pour les avis au cours d'examens extemporanés, les données d'ordre administrative étaient les mêmes. Y étaient adjoints :

- La nature du prélèvement.
- Les renseignements cliniques et la question posée par le chirurgien.
- L'éventuelle proposition diagnostique du chirurgien.
- Le nombre de lames en coupes congelées réalisées
- Le nombre de photos macroscopiques et microscopiques réalisées.
- La capacité à répondre à la question posée était notée après visualisation des photos.
- La concordance était évaluée après visualisation des lames.

Pour tous les cas inclus, la démarche était identique : l'investigateur sélectionnait les zones qu'il jugeait d'intérêt et prenait les photos.

Les photos étaient prises avec un iPhone 5 (Apple, Cupertino, Californie, Etats Unis).

Le smartphone avait été soit aligné « manuellement » sur le faisceau lumineux issu de l'oculaire du microscope soit maintenu en place grâce à un adaptateur SkyLight (SkyLightScope, Oakland, Californie, Etats Unis).

Les photos étaient transférées sur un ordinateur portable de type MacBook Pro (Apple, Cupertino, Californie, Etats Unis), par méthode filaire.

Les photos prises étaient exposées au médecin destinataire de la demande en lui faisant l'exposé des données nécessaires : contexte clinique, demande du médecin expéditeur.

Le médecin destinataire et l'investigateur pouvaient discuter librement comme ils l'auraient fait pour une télé-expertise plus conventionnelle par téléphone par exemple.

L'avis du médecin destinataire était recueilli puis les lames réelles étaient montrées.

L'avis était alors réévalué et on décidait de le modifier ou non, d'y apporter éventuellement des remarques concernant la technique.

L'avis était répondu classiquement pour le médecin demandeur.

Pour les examens extemporanés, cette technique représentait obligatoirement un délai supplémentaire et on veillait à ce que le temps entre l'arrivée du prélèvement et la réponse téléphonique soit inférieure à 25 minutes.

L'ensemble de ces données était reporté sur une fiche standardisée propre aux 3 types d'examens (cf. Annexes 2 et 3).

Les données statistiques étaient exploitées à l'aide du logiciel Excel et interprétées à l'aide du site Biostatgy.

XII. RESULTATS

Au total, 103 cas ont été inclus : 41 examens extemporanés, 44 demandes d'avis externes et 18 demandes d'avis internes.

Les cas provenaient de 16 médecins différents. 10 médecins différents ont été consultés pour ces cas.

3 cas ont été exclus en raison des situations cliniques particulières :

- Un cas extemporané et un cas d'avis externe pédiatrique jugé potentiellement graves pour lesquels les médecins destinataires ne souhaitent pas prendre le risque d'aborder la lésion d'une manière non traditionnelle.
- Le troisième cas était un cas extemporané pour lequel le délai de réponse devait être réduit au maximum en raison d'un long temps d'acheminement eu égard aux conditions de circulation.

Les cas portaient sur de multiples organes, techniques et types de questions.

Le nombre de photos par cas était en moyenne de 9,12 pour des valeurs allant de 2 à 36 (cf. tableau 1).

Le nombre de photo par lame était en moyenne de 5,49.

Toutes les photos étaient prises à la résolution 3264 x 2448 soit 8 Mpix. Il s'agissait d'images enregistrées au format JPEG. Le poids moyen d'une image était de 2,23 Mo (valeurs s'échelonnant de 1,1 à 4 Mo).

Le taux de concordance observée était de 94,17%. Le Kappa était calculé à 0,88 soit selon Landis et Koch, un accord presque parfait.

	Groupe concordant (n=97)	Groupe non concordant (n=6)	Total (n=103)
Nombre moyen de photos par cas	8,16	9,18	9,12
Pourcentage de cas ayant bénéficié d'un microscope de qualité optimale	89,7%	66,7%	88%
Pourcentage de cas ayant été intégralement photographié	48%	33%	46%

Tableau 1 : caractéristiques des 103 cas inclus

a) Examens extemporanés

41 examens extemporanés ont été inclus dans notre étude. Les cas provenaient des blocs opératoires du CHU de Rouen. Habituellement le service de pathologie du CHU de Rouen réalise les examens extemporanés du centre hospitalier intercommunal d'Elbeuf – Louviers – Val de Reuil. Pour des raisons de temps, nous n'avons pas inclus les cas provenant de cet hôpital.

Les cas n'étaient pas vus à l'état frais par le médecin sénior responsable mais uniquement par l'investigateur.

Le taux de concordance observée était de 92,7% (38 sur 41), le Kappa était calculé à 0,85.

Pour 16 des 41 cas, des photos macroscopiques ont été réalisées. Le nombre de photos macroscopiques allait de 0 à 4 avec une valeur moyenne de 0,63. Cette valeur moyenne était 0,67 dans le groupe non concordant et de 0,63 dans le groupe concordant (cf. figure 23).

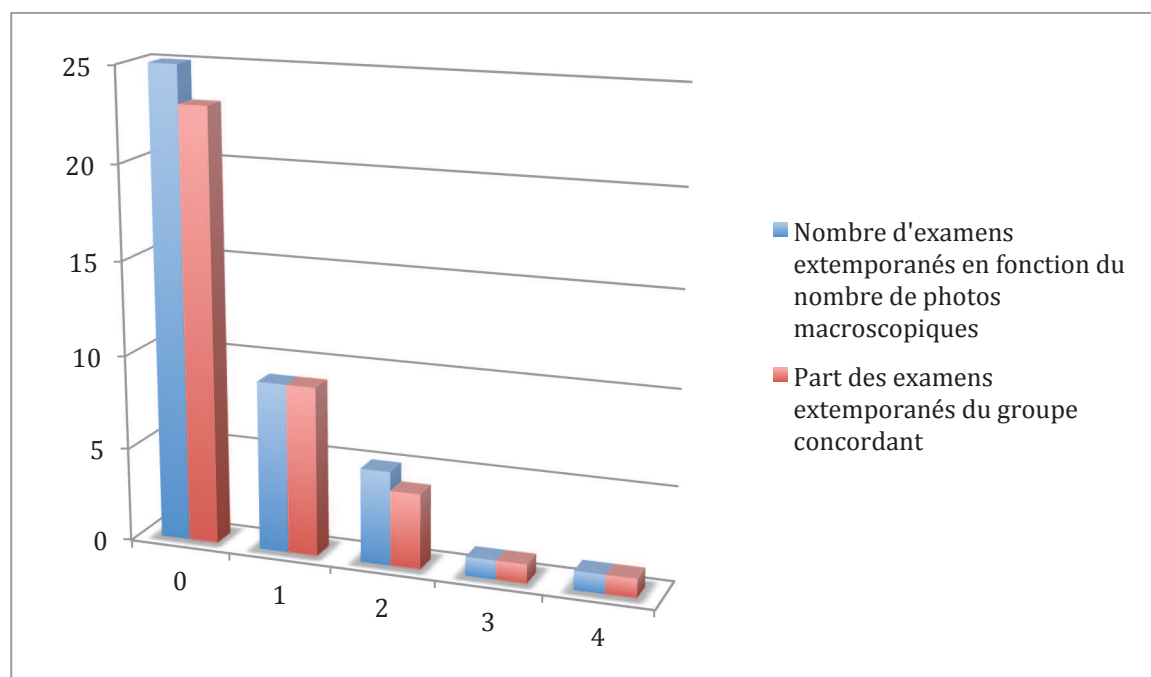


Figure 23 : examens extemporanés et photos macroscopiques

Le nombre de photo microscopique était en moyenne de 6,83 pour des valeurs allant de 3 à 10 (cf. tableau 2).

	Groupe concordant (n=38)	Groupe non concordant (n=3)	Total (n=41)
Nombre moyen de photos macroscopiques	0,63	0,67	0,63
Nombre moyen de photos microscopiques	7,08	3,67	6,83
Pourcentage de cas ayant bénéficié d'un microscope de qualité optimale	73,7% (n=28)	33,3% (n=1)	70,7% (n=29)
Pourcentage de cas ayant été intégralement photographié	47,4% (n=18)	33% (n=1)	46,3% (n=19)

Tableau 2 : propriétés des cas extemporanés

Les questions auxquelles devaient répondre le pathologiste était l'état des marges de résection, la présence ou non d'une lésion métastatique dans un contexte de cancer connu ou la nature bénigne ou maligne d'une lésion sans contexte de malignité connu (cf. tableau 3).

	Groupe concordant (n=38)	Groupe non concordant (n=3)	Total (n=41)
Etude des marges ou limites de résection	11	3	14
Recherche d'une lésion métastatique	8	0	8
Détermination du caractère bénin ou malin	19	0	19

Tableau 3 : Motivations des examens extemporanés

Les techniques utilisées étaient la coupe congelée ou bien la cytologie par apposition (cf. tableau 4).

	Groupe concordant (n=38)	Groupe non concordant (n=3)	Total (n=41)
Coupe congelée	33	3	36
Cytologie par apposition	5	0	5

Tableau 4 : techniques utilisées pour les examens extemporanés

b) Avis externes

44 avis externes ont été inclus dans notre étude. Les cas provenaient de pathologistes privés de la région mais aussi du service de pathologie du centre hospitalier du Havre, enfin beaucoup de cas étaient adressés au Dr. Patrier dans le cadre de relecture des pathologies trophoblastiques.

Aucune image macroscopique n'était réalisée sur ce type de prélèvement.

Le nombre de photos histologiques en coloration standard HES était de 7,18 avec des valeurs allant de 3 à 17 (cf. tableau 5).

A l'inverse des cas extemporanés, tous les cas étaient photographiés sur un microscope de qualité.

Selon les cas, des photos de colorations spéciales (PAS, Ziehl...) pouvaient être réalisées (en moyenne 0,2 par cas).

Les lames immunohistochimiques étaient toutes photographiées, qu'elles soient positives ou négatives. Le nombre de photos immunohistochimiques était en moyenne de 2,43 avec des valeurs s'étalant de 0 (pour 10 cas) à 17.

Dans ces cas, comme pour les avis internes, le microscope utilisé était toujours de qualité optimale.

	Groupe concordant (n=42)	Groupe non concordant (n=2)	Total (n=44)
Nombre moyen de photos microscopiques	9,74	11,5	9,82
Pourcentage de cas ayant été intégralement photographié	33,3% (n=14)	0% (n=0)	31,8% (n=14)

Tableau 5 : Effet du nombre d'images et de l'échantillonnage sur le résultat

Le taux de concordance observée était de 95,5% (42 cas sur 44). Le kappa était calculé à 0,91.

Dans ces cas, la question posée était le plus souvent le diagnostic histologique. Un diagnostic était proposé dans 30 cas sur 44 (cf. tableau 6).

	Groupe concordant (n=42)	Groupe non concordant (n=2)	Total (n=44)
Avis diagnostic avec proposition diagnostique	69% (n=29)	50% (n=1)	30
Avis diagnostic sans proposition diagnostique	31% (n=13)	50% (n=1)	14

Tableau 6 : Effet d'une proposition diagnostique sur le résultat.

Diverses techniques étaient utilisées. Il s'agissait majoritairement de techniques histologiques standard accompagnées ou non d'immunohistochimie. 3 examens cytologiques étaient inclus (cf. tableau 7).

	Groupe concordant (n=42)	Groupe non concordant (n=2)	Total (n=44)
Histologie standard	15	1	16
Histologie standard et technique complémentaire (coloration et/ou immunohistochimie)	24	1	25
Cytologie	3	0	3

Tableau 7 : Techniques utilisées pour les avis externes.

c) Avis internes

18 avis internes ont été inclus. Ils provenaient des différents médecins pathologistes du CHU de Rouen ou du CH Henri Becquerel et étaient directement destinés à leurs collègues. Les données sont très proches de celles obtenues avec les avis externes : 2 cas seulement avaient fait l'objet de photos macroscopiques.

Le nombre moyen de photos microscopiques de colorations HES était de 7,33 (pour des valeurs allant de 4 à 16) (cf. tableau 8). Pour les lames immunohistochimiques, le nombre d'image allait de 0 (pour 9 cas) à 18. La valeur moyenne était de 3,5.

Le taux de concordance observée était de 94,4% (17 sur 18) soit un Kappa à 0,89.

	Groupe concordant (n=17)	Cas non concordant (n=1)	Total (n=18)
Nombre moyen de photos microscopiques	11,06	13	11,17
Pourcentage de cas complètement échantillonnés	47% (n=8)	0% (n=0)	44,4% (n=8)

Tableau 8 : Caractéristiques des avis internes.

Il s'agissait d'un avis diagnostic avec proposition diagnostique dans 11 cas sur 18 (cf. tableau 9). Il est à noter que parmi ces cas internes, nous avons notamment 2 cas de cytologie, 5 d'immunofluorescence et 1 cas comportant une vidéo (cf. tableau 10).

	Groupe concordant (n=17)	Cas non concordant (n=1)	Total (n=18)
Aide diagnostique avec proposition diagnostique	58,8% (n=10)	100% (n=1)	61,1% (n=11)
Aide diagnostique sans proposition diagnostique	41,2% (n=7)	0% (n=0)	38,9% (n=7)

Figure Tableau 9 : Effet d'une proposition diagnostique sur le résultat.

	Groupe concordant (n=17)	Cas non concordant (n=1)	Total (n=18)
Histologie standard	3	0	3
Histologie standard et technique complémentaire (coloration et/ou immunohistochimie	5	1	6
Cytologie	2	0	3
Immunofluorescence	5	0	5
film	1	0	1

Tableau 10 : Techniques utilisées pour les avis internes.

XIII. DISCUSSION

Les taux de concordance de notre étude sont élevés. Ils sont comparables aux chiffres observés dans des études similaires sur une pratique de télépathologie fixe, plus conventionnelle [36]. A notre connaissance, il s'agit de la seule étude ayant intégré de façon prospective des cas divers de pathologie quotidienne.

a) Qualité du microscope

Dans le cas des examens extemporanés, 29% des cas (12 cas) étaient photographiés sur un microscope dont la qualité n'est pas optimale. Ce microscope est situé au sein du laboratoire, dans la salle réservée aux examens extemporanés, à proximité du cryostat. Dans ces cas de figure, l'investigateur avait la charge de plusieurs examens extemporanés à la fois ou bien les délais de réponses devaient être courts pour ne pas gêner la bonne prise en charge du patient. Ainsi, pour des raisons de gestion du temps de réponse, il était choisi de ne pas se déplacer vers un microscope de qualité optimale.

La qualité du microscope influe grandement sur le résultat de l'image obtenue (cf. figure 24 et 25). Ainsi dans notre étude, le risque d'erreur de première espèce est toujours supérieur à 5% en raisons de faibles effectifs et échantillons. En revanche, ce paramètre qu'est la qualité du microscope est lié de façon très forte avec la confiance à accorder au résultat, selon le calcul de l'indice Q de Yule retrouve une valeur à 0,7. En revanche, aucune significativité ne pouvait être montrée en ce qui concerne l'échantillonnage complet ou non de la lame.

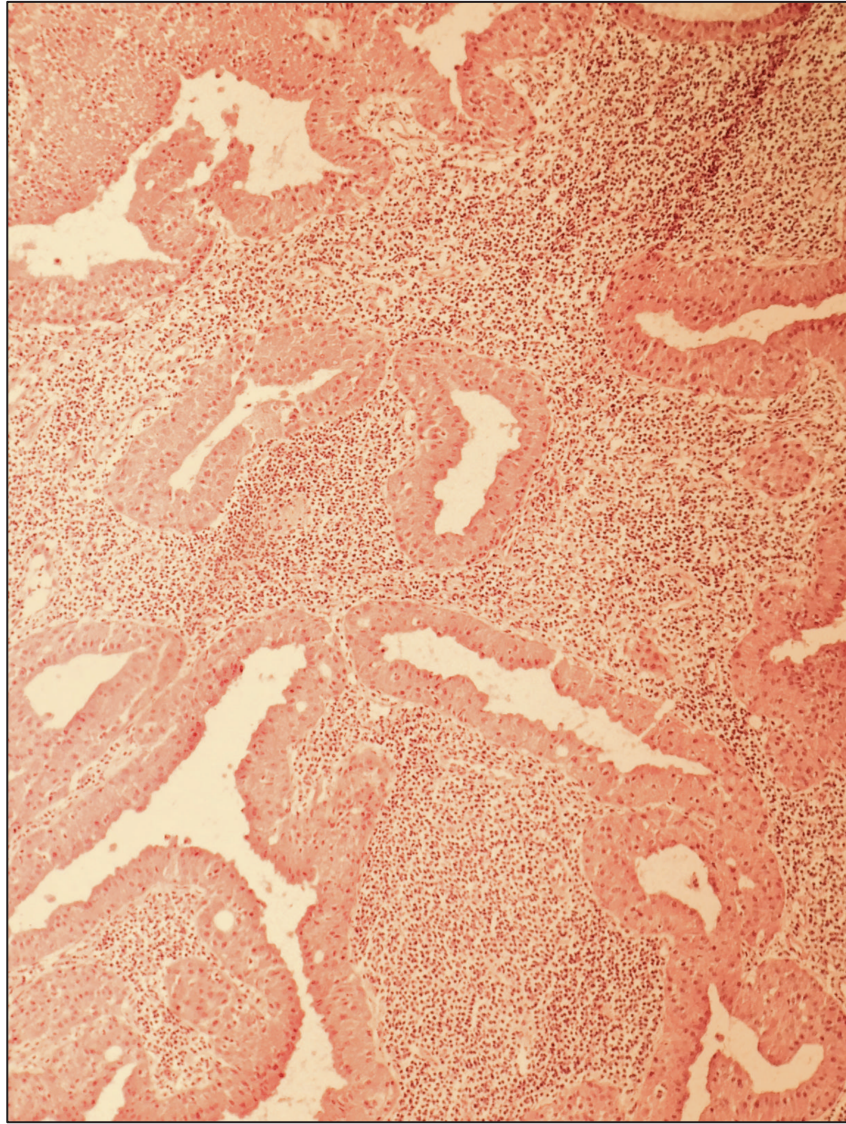


Figure 24 : exemple d'une coupe extemporanée d'un cystadénolymphome parotidien photographiée à l'aide d'un microscope de qualité non optimale. La qualité de l'image est mauvaise, néanmoins le diagnostic architectural n'est pas gêné.

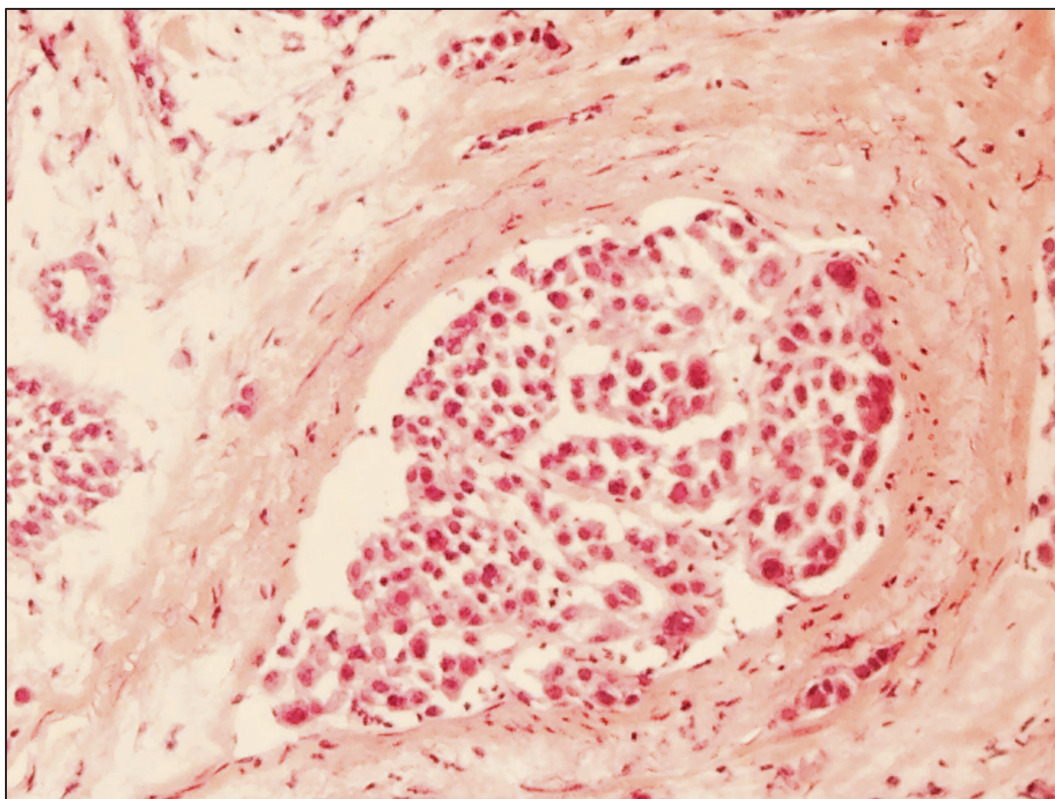


Figure 25 : Exemple d'une coupe extemporanée de lymphangite carcinomateuse sur une biopsie pulmonaire chirurgicale de type Wedge. La photo est prise avec un microscope de qualité optimale. Le rendu est plus contrasté et plus net.

b) Les cas discordants

Lorsqu'on détaille les 6 cas non concordants :

- Les 3 cas extemporanés ont tous concerné l'étude des marges de résection d'une lésion : Un cas était une recoupe urétérale dans la cadre de la prise en charge d'une lésion urothéliale. Les deux autres étaient des recoupes pancréatiques dans le cadre de lésions de la queue du pancréas : l'une s'étant avérée néoplasique et la seconde de nature bénigne et kystique. 4 photos avaient été prises pour la recoupe urétérale. 4 photos avaient été prises pour la recoupe de la lésion kystique pancréatique et 5 photos avaient été prises pour la recoupe de la lésion maligne pancréatique. Pour ces trois cas,

l'intégralité de la lame avait été photographiée. Dans ces trois cas, le médecin avait jugé qu'il était gênant de répondre sans avoir l'ensemble des champs en continuité, craignant donc un échantillonnage insuffisant et de manquer le diagnostic. La réponse choisie était donc « vous n'êtes pas en mesure de répondre à la question posée ». Ces cas étaient mis en défaut par l'absence de WSI. La qualité de l'image n'était pas directement incriminée.

- Un des deux cas discordants au sein des avis externes était le cas d'une lésion cutanée pour laquelle l'envoyeur demandait un avis sur la nature bénigne ou maligne (cf. figure 26). Les cliniciens en charge du patient craignaient vivement une lésion maligne de type mélanome. Le pathologiste avait formulée une réponse de caractère bénin : naevus dysplasique. Finalement, le pathologiste en charge de l'avis avait conclu après avoir vu les photos que le diagnostic de naevus dysplasique était vraisemblablement le bon mais qu'il convenait d'effectuer des recoupes étagées de la lésion pour ne pas méconnaître un diagnostic plus péjoratif et de pratiquer un immunomarquage anti Melan-A afin d'éliminer des images d'ascension mélanocytaire intra-épidermique. La technique photographique était donc jugée insuffisante pour répondre à l'avis demandé. L'échantillonnage était mis en défaut néanmoins, dans ce cas, le WSI n'aurait pas permis d'améliorer la qualité de réponse puisque des recoupes et techniques complémentaires étaient jugées indispensables pour répondre à l'avis. Dans ce cas précis, c'est le télédiagnostic dans sa globalité qui est pris en défaut.

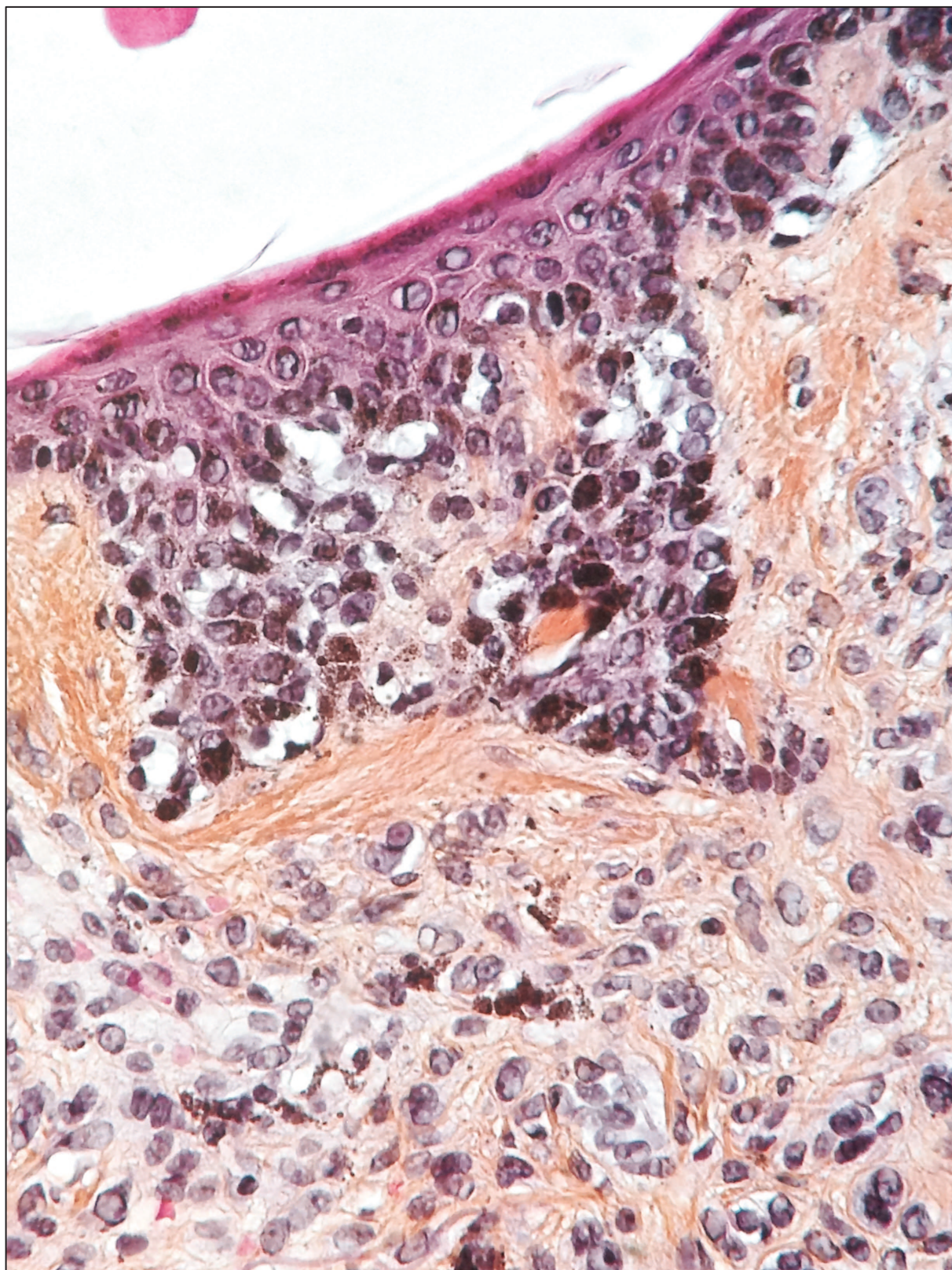


Figure 26 : Exemple d'un cas discordant : l'échantillonnage était jugé insuffisant pour garantir le caractère bénin de la lésion.

- Le second cas discordant des avis externes est en fait le même que l'avis interne discordant car le médecin destinataire l'avait lui même montré à un collègue. Il s'agissait d'une lésion néoplasique parotidienne, à type de carcinome épidermoïde. Ce patient avait un antécédent de carcinome épidermoïde cutané directement situé au dessus de la glande parotide. Le pathologiste demandait si la lésion parotidienne était la métastase de la lésion cutanée ou bien un carcinome primitif. Lors de la visualisation des photos, les médecins destinataires avaient conclu à un probable carcinome primitif mais demandaient la réalisation de recoupes des blocs tumoraux. Après recoupe, on observait une solution de continuité entre le derme et la lésion parotidienne. Finalement, le diagnostic d'extension à la parotide par contiguïté était retenu. Là encore, la qualité de l'image n'est pas mis en défaut mais simplement l'échantillonnage.

c) Design de l'étude

Plusieurs études concernant la télépathologie ou comparant deux méthodes diagnostiques utilisent un design comportant une période de wash out. Cette période, généralement de trois à six mois, a pour but de faire oublier à l'investigateur son diagnostic initial, et ainsi minimiser le risque de biais de mémorisation. Nous n'avons pas utilisé ce type de design pour trois raisons précises :

- En premier lieu, nous souhaitons faire de cette étude un travail prospectif, essentiellement dans le but d'identifier les cas se prêtant mal à la télépathologie par smartphones. Un biais de sélection était ainsi évité.

- Ensuite, il était inconcevable, toujours dans l'optique d'une étude prospective de rendre des diagnostics avec des délais de plusieurs semaines ou mois et notamment en ce qui concerne les examens extemporanés.
- Enfin et surtout, un tel design aurait induit un nouveau paramètre : la variabilité intrinsèque du diagnostic anatomopathologique. En effet un même pathologiste voyant deux fois la même lésion à plusieurs mois d'intervalle ne fera pas toujours deux fois le même diagnostic. Ce paramètre est une variable majeure en pathologie et il nous semblait important de nous en affranchir pour tester la technique et non le médecin. Une étude a récemment montré que la variabilité intra-observateur était identique en microscopie conventionnelle et en WSI [37].

d) Acquisition de l'image

Toutes les photographies utilisées pour cette étude ont été faites avec un dispositif de stabilisation du smartphone (adaptateur avec le microscope). La réalisation d'images sans ce dispositif est possible, néanmoins elle donne des images moins nettes, la technique est plus difficile. Lorsqu'on réalise plusieurs images d'une seule et même lame, moyennant un très faible coût (de 70 à 100 euros selon les modèles), ces dispositifs amènent un réel confort.

Une étude Italienne datant de 2009 montrait que la marque du téléphone n'importe pas *in fine* sur le diagnostic car elle n'impacte pas de manière significative la qualité de l'image [38]. Selon cette même étude, seule une résolution supérieure à 0,8Mpix est nécessaire pour établir un diagnostic valable mais ces images étaient visualisées directement sur l'écran d'un smartphone. Nous n'avons utilisé pour notre étude qu'un seul modèle de smartphone, déjà cité

plus haut. Néanmoins, notre expérience montre que ces techniques s'appliquent à la totalité des appareils, même si les rendus peuvent paraître différents. En effet dans ce cas, c'est l'affichage du smartphone qui est parfois pris en défaut.

e) Transmission des données

Dans cette étude, nous n'avons pas réellement transmis les données via un réseau. Les images étaient transférées par méthode filaire du smartphone à l'ordinateur utilisé pour la visualisation. Nous avons fait ce choix en raison du risque supposé à utiliser un réseau public d'échange de données. Il s'agira à notre avis du point le plus délicat dans l'acceptation de cette technique. Le législateur, comme les différents acteurs de l'acte de télépathologie, devront peut être considérer l'image histologique comme une donnée anonyme en soit. Dans le cadre d'un avis, un contexte clinique est suffisant à porter un diagnostic et l'identité réelle du patient n'apporte rien. Dans le cas des présentations et de l'enseignement, l'utilisation des images histologiques issues des technologies numériques n'est à priori pas différentes de celles issues des techniques photographiques standard. Il est peu probable que l'autorisation des patients ait été recherchée lors de la conception de manuels de pathologie. Faut il exiger plus des techniques numériques que des techniques standard ?

f) Affichage de l'image

Dans notre étude, nous avons utilisé des photos prises par un smartphone mais ces photos étaient visualisées sur un écran de 15 pouces affichant une définition de 2880 x 1800

pixels, soit une résolution de 220 ppp. Autrement dit, nous n'avons pas testé la capacité des smartphones à afficher de bonnes photographies mais simplement à en capturer. McLean montrait à ce propos en 2012 dans une étude concernant la télé-hématologie que pour des questions de qualité d'affichage, tous les smartphones ne pouvaient pas être utilisés pour cette pratique [39]. Il faut néanmoins pondérer cette remarque avec le fait que dans ce domaine, la technologie avance bien plus vite que la littérature.

En réponse à cette étude, Della Mea émettait des observations qui sont toujours d'actualité [40] :

- Une disproportion trop importante entre la résolution de capture d'image et la définition de l'écran peut augmenter considérablement la taille du plus petit détail vu et ainsi modifier son interprétation.
- D'un point de vue médico-légal, ce qui est acceptable pour la recherche ne l'est pas toujours pour la pratique diagnostique.
- Les pratiques médicales impliquant des nouvelles technologies sont toujours mises à rude épreuve d'un point de vue administratif et légal.

Les Smartphones ont, de fait, un écran de petite taille. La pratique de la pathologie nécessite un écran de bonne taille et de résolution satisfaisante. Plusieurs pistes sont envisageables : celle des retransmissions d'images par technologie Wi-Fi ou Bluetooth par exemple ou bien celle, plus lointaine, des écrans extensibles. Cependant, plusieurs études insistent sur le fait que outre les possibilités techniques, en matière de télé médecine, l'outil efficace se doit d'être le plus simple possible [41].

g) La littérature et les pratiques actuelles

Lorsqu'on s'intéresse aux publications scientifiques concernant la télépathologie via la fonction photo des Smartphones, comme le remarque Park [42], plusieurs faits sont intéressants à souligner :

- Près de la majorité des publications s'intéressent à l'imagerie statique, rares sont ceux qui traitent de la WSI, mais l'évolution technologique pourrait changer la donne.
- Les publications concernent rarement des sous spécialités.
- Les publications ayant rapport à l'e-learning sont relativement nombreuses.
- En somme, la part de la télépathologie est extrêmement faible dans l'ensemble de la télémédecine et de surcroît par Smartphones.

L'auteur de cette étude souligne également que les images générées par un pathologiste sont souvent bien plus riches en informations que celles générées par un radiologue : en effet nous travaillons toujours en couleurs là où le radiologue travaille le plus souvent en échelle de gris. Les tailles de fichiers produites sont alors bien plus importantes et jusqu'à récemment, les capacités techniques (matériels informatiques, réseaux...) ne pouvaient pas répondre à ces challenges.

Plus globalement, il est très encourageant de noter que les publications concernant la télémédecine sont de plus en plus nombreuses, par ailleurs plusieurs revues scientifiques lui sont totalement dédiées depuis 1995 : *Journal of telemedicine and telecare* ou encore *telemedicine and e-health* pour les premières.

Comme nous l'avons déjà évoqué, certaines sociétés font déjà commerce de ce type de pratiques sans les avoir préalablement validé comme c'est le cas de la Pocket Pathologist App, disponible sur l'App Store depuis Août 2013 [43]. Hors notre étude montre que si le

diagnostic est possible avec une image issue d'un smartphone, certaines techniques ou indications nécessitent une approche prudente.

L'évolution de la technique apportera de nouvelles possibilités et l'avènement du WSI « portable » marquera dans ce domaine un changement de paradigme. Même si nous ne les avons pas ou peu utilisées dans cette étude, nous suggérons le fait que des techniques simples permettent de pallier au moins partiellement à l'absence de WSI sur smartphones : la réalisation d'un microfilm en utilisant le support fixe, permet de balayer une lame comme on le souhaite ; ou bien l'utilisation du mode panoramique qui réalise plusieurs prises de vue « recouvrantes » alors que l'image défile via la platine du microscope puis le smartphone établit un photomontage automatiquement (cf. figure 27).

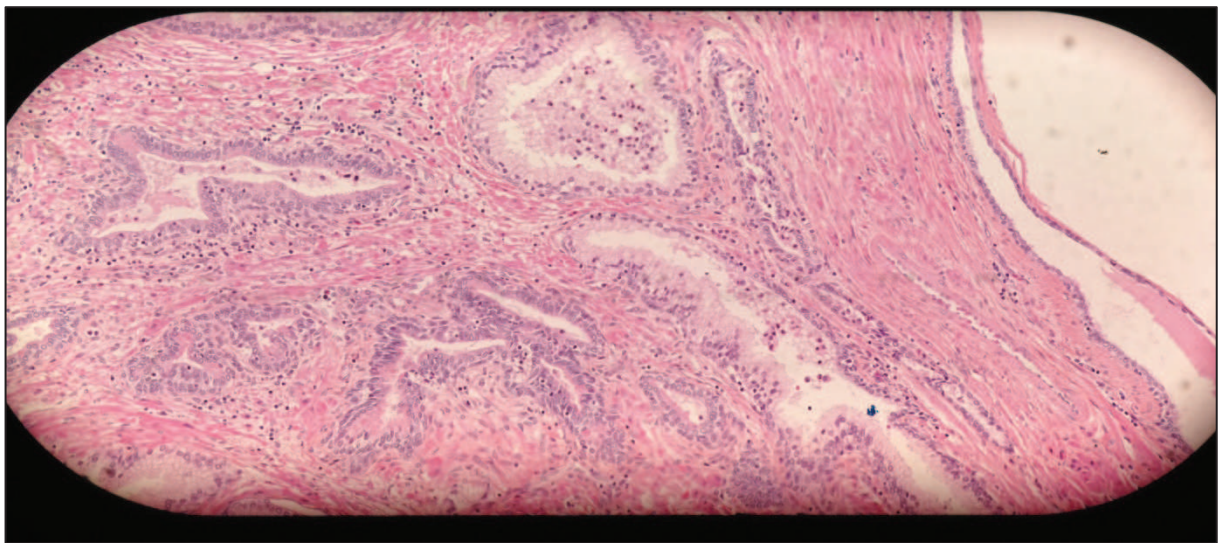


Figure 27 : Exemple d'image obtenue en utilisant le mode "panoramique" d'un smartphone.

En revanche, il est intéressant de noter que certaines lésions sont de diagnostic morphologique essentiellement « architectural ». Ces lésions se prêtent volontiers à la télépathologie statique par smartphone comme par exemple les cas de pathologie trophoblastique que nous avons

inclus dans cette étude (cf. figure 28) et pour lesquelles la concordance observée était de 100% (17 cas inclus).

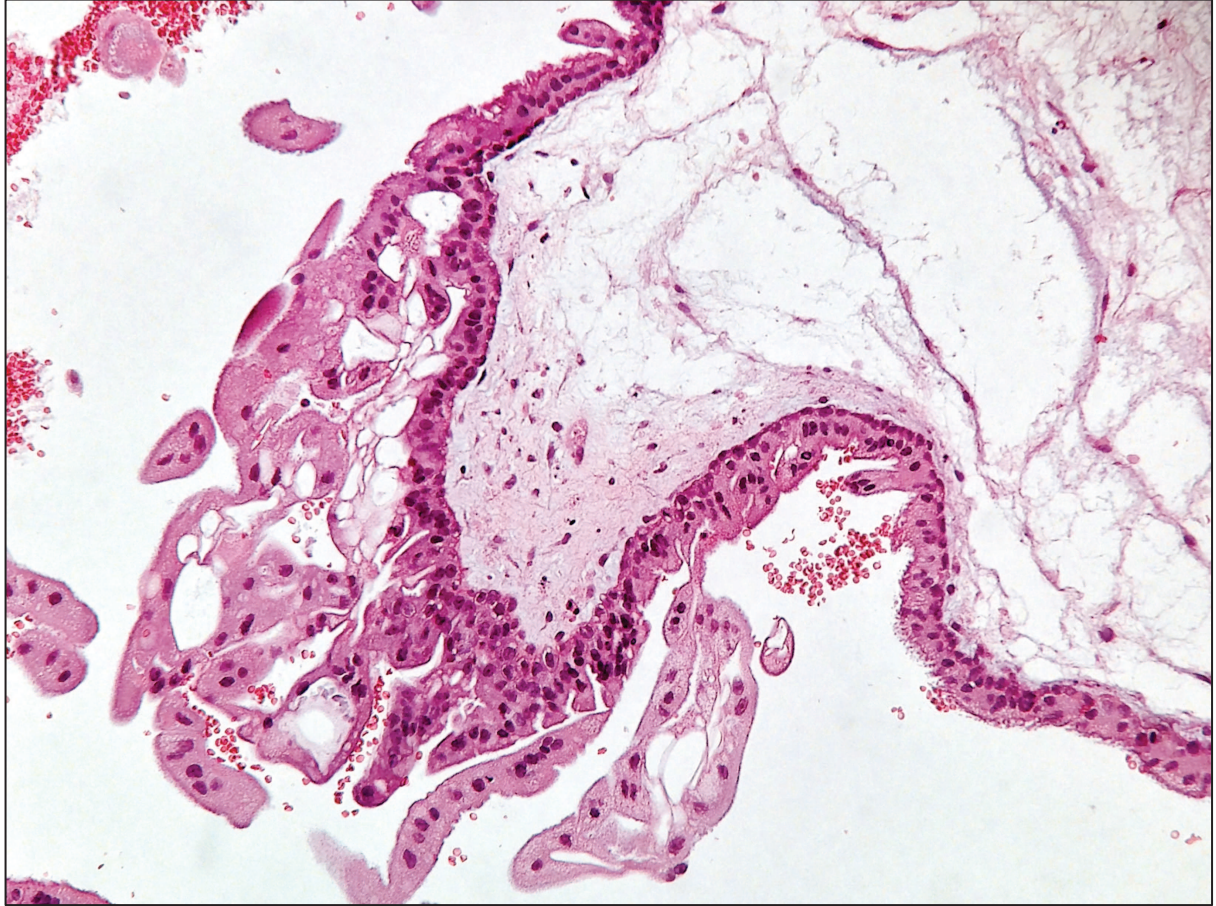


Figure 28 : Les cas de lésions trophoblastiques se prêtent volontiers au diagnostic en télépathologie statique en raison de l'importance de l'architecture.

Quoiqu'il en soit, d'autres publications mettent en avant qu'en cas de nécessité ou d'urgence, il serait dommage de se priver d'une telle possibilité technique [44].

Le plus difficile sera vraisemblablement de convaincre nos collègues que les performances de la pathologie numériques ne sont pas inférieures à la pathologie conventionnelle, comme le souligne Ghaznavi dans sa revue de littérature [45].

h) L'avenir est il numérique ?

Finalement, comme le montre notre étude et ainsi que le souligne Ferrer-Roca, la source d'erreur la plus importante en télépathologie statique demeure l'échantillonnage des photographies, soit parce qu'elle est incomplète, soit parce qu'elle est discontinue [46]. Selon elle toujours, il est toujours possible de rechercher des défauts à la télépathologie par smartphones, car elle ne constitue pas le gold standard du diagnostic. En revanche dans les conditions d'urgence ou d'isolement, il serait plus nuisible pour le patient de ne pas l'utiliser que de l'utiliser.

Comme le remarquait le Pr Bertheau en ouverture du XIIème congrès européen de pathologie numérique, la pratique de la pathologie ne peut que s'ouvrir à l'aire de l'informatique : il suffit de regarder l'évolution de la radiologie sur ces 20 dernières années pour s'en convaincre. Il apparaît que les technologies mobiles sont vraisemblablement porteuses d'innovations pour les diverses raisons déjà soulignées. Comme le souligne Lippmann [47], les applications au domaine médical sont nombreuses et variées, allant du stéthoscope à la sonde d'échographie en passant par le moniteur ECG ou l'otoscope (cf. figure 29), mais à l'heure actuelle les utilisations les plus fréquentes ont pour but une documentation via le web ou bien des applications dédiées comme ePocrates, application favorite des professionnels de santé aux états unis.



Figure 29 : exemples d'utilisations médicales de Smartphones à l'aide d'accessoires : l'électrocardiographe sans fil, la mini sonde échographique, l'otoscope et l'ophtalmoscope.

Selon Pantanowitz, il est impossible de déterminer la validité de la pathologie numérique [7]. Selon lui, la validité est un jugement informé et il existe différentes façons de mesurer la qualité d'une technique sans qu'une soit plus performante qu'une autre. Ainsi les études comparant la pathologie traditionnelle à la pathologie numérique ne serviraient qu'à soulever des problèmes nouveaux, sans jamais parvenir à une concordance parfaite.

Il faut également garder à l'esprit que les moyens de communications modernes et la connexion à internet ne sont que des outils ; l'usage qui en fait importe plus. Les réseaux sociaux prennent de plus en plus de place dans cette utilisation de l'internet et devront être intégrés dans notre façon de pratiquer la médecine. A ce sujet, une publication originale montrait que l'on pouvait utiliser le jeu vidéo multi-joueurs en ligne (aidée par un modèle mathématique) à des fins diagnostiques sur des cas binaires (infecté ou non infecté) [48]. Cette étude avait l'intérêt de montrer également les nouvelles approches d'enseignements possibles et la réponse que l'on pouvait apporter face à des données numériques de plus en plus nombreuses ou en inadéquation avec le nombre de pathologistes.

XIV. CONCLUSIONS

Malgré des échantillons modestes, notre étude montre que le smartphone est un outil adapté à la pratique de la télépathologie en éclairant certaines tendances :

- Télédiagnostic et demandes d'avis:

La qualité des images produites par le smartphone est compatible avec le diagnostic et nous obtenons une concordance diagnostique de plus de 94%. Nous tenons à souligner que cette étude n'a pas utilisé le smartphone comme moyen d'affichage mais uniquement comme mode de capture.

Notre étude semble indiquer que, du fait de l'absence de WSI, pour l'heure actuelle, cette technique ne semble pas appropriée pour l'étude des limites de résection en situation extemporanée.

Globalement, s'il convient d'échantillonner au mieux les lésions, le nombre total d'images ne semble pas influencer la qualité du diagnostic.

Afin de produire des images de qualité, nous recommandons d'utiliser un microscope de qualité d'une part et un système d'adaptation du smartphone au microscope d'autre part.

Néanmoins, le diagnostic par smartphone, comme les autres moyens de télépathologie ne permet pas de réaliser de techniques complémentaires (colorations, immunomarquages, biologie moléculaire). Nous trouvons un intérêt pratique indiscutable à cette technique dans de multiples cas de figures, par exemple, lorsqu'un cas a déjà été vu par un pathologiste sénior et qu'il recommande la réalisation d'un examen immunohistochimique. L'interne en charge du cas peut envoyer une image de cette immunohistochimie, induisant un gain de temps pour le patient.

- Enseignement :

Avec les qualités qui lui sont intrinsèques, le smartphone peut être envisagé comme moyen d'enseignement. Compte tenu de sa très large diffusion auprès des étudiants, de ses aspects didactiques et des facilités de partage qu'il propose, il serait dommage de se priver d'un tel outil.

- Présentations :

Comme le montre notre étude, les pathologistes accordent une grande importance aux outils de pathologie numérique pour la réalisation de RCP et présentations. Le smartphone est un

outil qui propose les qualités nécessaires pour répondre à nos attentes : il réalise des images de qualité, rapidement disponibles et à faible coût. En pratique, nous l'utilisons déjà.

- Problèmes médico-légaux :

Nous montrons que comme pour les autres méthodes de télépathologie, il existe une méfiance vis à vis de la technique qui ne nous paraît pas justifiée au vu des résultats de cette étude. L'autre crainte est celle des retombées médico-légales de l'utilisation du smartphone. Il est évident que cette problématique demeure un point à clarifier. Alors que les conditions techniques et technologiques ne semblent plus limiter le développement de la pathologie numérique, le législateur devra considérer le smartphone comme un outil à part entière, avec ses limites certes mais également avec ses qualités, nombreuses au vu du contexte démographique et économique.

A la lumière de l'ensemble de ces éléments, il nous semble que le Smartphone, présente des arguments solides pour devenir un outil à part entière en télépathologie. Il s'agit d'un outil au coût faible, à la distribution très élevée et, selon notre étude, capable de répondre aux défis de l'avenir du pathologiste.

XV. PERSPECTIVES

Les Smartphones sont des outils efficaces et technologiquement mûrs pour la télémédecine.

Il n'est probablement qu'une question de temps pour que la WSI puisse être utilisée sur Smartphone, à l'image des applications développées sur le modèle de Google Maps qui utilisent une technologie de compression « pyramidale » des images. Quand ce moment sera venu, il demeurera à franchir l'obstacle des normes de qualité et de sécurité pour pouvoir bénéficier d'un outil supplémentaire pour une prise en charge efficace et rapide de nos patients.

Les suites à donner à ce travail pourraient s'articuler autour de plusieurs axes :

- Développement et mise en place d'un réseau sécurisé permettant le transfert des données directement depuis les smartphones des pathologistes.
- Mise en place d'un système d'apprentissage de la pathologie grâce aux moyens de communications modernes, ce qui pourrait rendre notre spécialité plus attractive auprès des jeunes étudiants.
- Création d'une solution technique, en lien avec l'industrie de l'image numérique, pour permettre l'acquisition d'images WSI à partir de smartphones.

XVI. VALORISATIONS

Ce travail a fait l'objet de deux valorisations :

- Ses résultats intermédiaires ont été l'objet d'une communication orale intitulée *Is smartphone an accurate tool for telepathology? A prospective study on second opinions in pathology* lors du 12^{ème} congrès européen de pathologie numérique, qui s'est tenu à Paris du 18 au 21 juin 2014 :
http://www.digitalpathology2014.org/download/documenti/4714_ECDP2014.pdf
- Les résultats définitifs ont été retenus pour faire l'objet d'une communication affichée lors du prochain Carrefour Pathologie qui se tiendra à la Défense du 17 au 21 novembre 2014.

XVII. BIBLIOGRAPHIE

- 1) Loi n° 2009-879 du 21 juillet 2009 portant réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux territoires. J.O. 22 juillet 2009.
- 2) Décret n° 2010-1229 du 19 octobre 2010 relatif à la télémedecine. J.O. 21 octobre 2010.
- 3) Rapport anatomie et cytologie pathologiques. Ministère du travail, de l'emploi et de la santé. Avril 2012.
- 4) Les internes en médecine : effectifs et répartition 2010-2014. Observatoire Nationale de la Démographie des Professions de Santé. Ministère du travail, de l'emploi et de la santé. 2010.
- 5) Plan Cancer 2009-2013. Mesure 24 : Répondre aux défis démographiques des professions et former à de nouvelles compétences. Action 1 : Former plus de médecins pour la cancérologie. Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Ministère de la santé et des sports. 2009.
- 6) Bodin T. Consultation de second avis en anatomie et cytologie pathologiques. Rapport d'évaluation technologique. HAS. Décembre 2009.
- 7) Pantanowiz L, Valenstein P, Evans A, Kaplan K, Pfeifer J, Wilbur D et al. Review of the current state of whole slide imaging in pathology. J Pathol Inform 2011, 2 :36.
- 8) Korzynska A. The influence of the microscope lamp filament colour temperature on the process of digital images of histological slides aquisition standardization, [poster]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014
- 9) Szymas J. The Thatcher effect does not occur when observing rotated Whole Slide Images, [oral communication]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014
- 10) Patterson E, Rayo M, Gill C, Gurcan MN. Barriers and facilitators to adoption of soft copy interpretation from the user perspective: Lessons learned from filmless radiology for slideless pathology. J Pathol Inform 2011, 2 :1.
- 11) Bertheau P, Beuvon F, Capron F, Fabiani F, Goubin-Versini I, Gros P et al. Telepathology network in Ile de France: a 18-month experiment project for frozen sections (telediagnosis) and second opinions (teleexpertise), [oral communication]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014.
- 12) Pantanowitz L, Wiley CA, Demetris A, Lesniak A, Ahmed I, Cable W et al. Experience with multimodality telepathology at the University of Pittsburgh Medical Center. J Pathol Inform. 2012;3:45.

- 13) Hartman DJ, Parwani AV, Cable B, Cucoranu IC, McHugh JS, Kolowitz BJ et al. Pocket pathologist: A mobile application for rapid diagnostic surgical pathology consultation. *J Pathol Inform.* 2014 Mar 28;5:10.
- 14) Leymarie V, Trimoreau F, Lusina D, Martelli JM, Leserve JF, Crepin O et al. ANDRAL: Open Access Solution of Tele-Expertise in Cytology. [oral communication]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014
- 15) Aupet JB, Guenneugues M, Bellocq JP, Diebold MD, Martin L, Vignaud JM et al. MiViP@GE: the Eastern France digital pathology portal. [oral communication]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014
- 16) Wolf JA, Moreau JF, Akilov O, Patton T, English JC 3rd, Ho J et al. Diagnostic inaccuracy of smartphone applications for melanoma detection. *JAMA Dermatol.* 2013 Apr;149(4):422-6.
- 17) Zhou J, Jiao Y, Chen J, Hui Lu c, Zhou C. A Nationwide Telepathology Consultation and Quality Control Program in China: Implementation and Result Analysis. [oral communication]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014.
- 18) Têtu B, Perron E, Louahlia S, Paré G, Trudel MC, Meyer J. The Eastern Québec Telepathology Network: a three year experience of clinical diagnostic services. [oral communication]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014.
- 19) Micheletti R, Steele KT, Kovarik CL. Robotic teledermatopathology from an African dermatology clinic. *J Am Acad Dermatol.* 2014 May;70(5):952-4.
- 20) Dalle JR, Leow WK, Racocanu D, Tutac AE, Putti TC. Automatic breast cancer grading of histopathological images. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2008;2008:3052-5.
- 21) Garcia Rojo M, Rodriguez J, De La Santa E, Duràn E, Ruiz JL, Silva A et al. Automated image analysis in the study of lymphocyte subpopulation in eosinophilic oesophagitis. [oral communication]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014.
- 22) Kayser G, Csanadi A, Otto C, Werner M, Kayser K. Visual assessment of immunohistochemical virtual slides – advantages and constraints. [oral communication]. 12th European Congress on Digital Pathology, Paris, France; 18-21 June 2014.
- 23) Triola M, Holloway WJ. Enhanced virtual microscopy for collaborative education. *BMC Med Educ.* 2011 Jan 26;11:4.
- 24) Hipp J, Cheng J, Pantanowitz L, Hewitt S, Yagi Y, Monaco J et al. Image microarrays (IMA): Digital pathology's missing tool. *J Pathol Inform.* 2011;2:47.

- 25) Heffner S, Valenstein P, Evans A, Kaplan K, Pfeifer J, Wilbur D et al. Streamlining tumor board reviews. *AdvLab* 2008. p. 20
- 26) Tecotzky R. Digital pathology enhances hospital's tumor board meetings. *MLO* 2009. p. 60.
- 27) Hsieh CH, Tsai HH, Yin JW, Chen CY, Yang JC, Jeng SF. Teleconsultation with the mobile camera-phone in digital soft-tissue injury: a feasibility study. *Plast Reconstr Surg*. 2004 Dec;114(7):1776-82.
- 28) Yamada M, Watarai H, Andou T, Sakai N.. Emergency image transfer system through a mobile telephone in Japan: technical note. *Neurosurgery*. 2003 Apr;52(4):986-8; discussion 988-90.
- 29) Eze N, Lo S, Bray D, Toma AG.. The use of camera mobile phone to assess emergency ENT radiological investigations. *Clin Otolaryngol*. 2005 Jun;30(3):230-3; discussion 233.
- 31) Alvarez A. How are Physicians Using Smartphones for Professional Purposes? [Internet]. 2013 [cité le 22 avril 2013]. Disponible sur : <http://www.kantarmedia-healthcare.com/how-are-physicians-using-smartphones-for-professional-purposes>
- 32) Lehman J, Gibson LE. Smart teledermatopathology: a feasibility study of novel, high-value, portable, widely accessible and intuitive telepathology methods using handheld electronic devices. *J Cutan Pathol*. 2013 May;40(5):513-8.
- 33) Roy S, Pantanowitz L, Amin M, Seethala R, Ishtiaque A, Yousem S et al. Smartphone adapters for digital photomicrography. *J Pathol Inform* 2014, 5:24.
- 34) Mitka M. FDA lays out rules for regulating mobile medical apps. *JAMA*. 2013 Nov 6;310(17):1783-4.
- 35) Onega T, Weaver D, Geller B, Oster N, Tosteson AN, Carney PA et al. Digitized Whole Slides for Breast Pathology Interpretation: Current Practices and Perceptions. *J Digit Imaging*. 2014 Mar 29. [Epub ahead of print].
- 36) Wamala D, Katamba A, Dworak O. Feasibility and diagnostic accuracy of Internet-based dynamic telepathology between Uganda and Germany. *J Telemed Telecare*. 2011;17(5):222-5.
- 37) Reyes C, Ikpat O, Nadji M, Cote R. Intra-observer reproducibility of whole slide imaging for the primary diagnosis of breast needle biopsies. *Pathol Inform* 2014, 5:5.
- 38) Bellina L, Missioni E. Mobile cell-phones (M-phones) in telemicroscopy: increasing connectivity of isolated laboratories. *Diagnostic Pathology* 2009, 4:19
- 39) McLean R, Jury C, Bazeos A, Lewis M. Application of camera phones in telehaematology. *J Telemed Telecare* 2009 Oct 15 (7) : 339-343

- 40) Della Mea V. Camera phones: an emergency solution. *J Telemed Telecare* April 2010 16: 165.
- 41) Chao JT 2nd. Barriers to mobile teledermoscopy in primary care. *J Am Acad Dermatol*. 2013 Nov;69(5):821-4.
- 42) Park S, Parwani A, Satyanarayanan M, Pantanowitz L. Handheld computing in pathology. *J Pathol Inform*. 2012;3:15.
- 43) Hartman DJ, Parwani AV, Cable B, Cucoranu IC, McHugh JS, Kolowitz BJ, Yousem SA, Palat V, Reden AV, Sloka S, Lauro GR, Ahmed I, Pantanowitz L. Pocket pathologist: A mobile application for rapid diagnostic surgical pathology consultation. *J Pathol Inform* 2014;5:10
- 45) Ghaznavi F, Evans A, Madabhushi A, Feldman M. Digital Imaging in Pathology: Whole-Slide Imaging and Beyond. *Annu Rev Pathol Mech Dis* 2013. 8:331–59.
- 46) Ferrer-Roca O. Mobile phones in pathology. *J Telemed Telecare*. 2010;16(3):164; author reply 166.
- 47) Lippmann H. How apps are changing family medicine. *J Fam Pract*. 2013 July;62(7):362-367.
- 48) Mavandadi S, Feng S, Yu F, Dimitrov S, Yu R, Ozcan A.. BioGames: A Platform for Crowd-Sourced Biomedical Image Analysis and Telediagnosis. *Games Health J*. 2012 Oct 1;1(5):373-376.

Annexes :

Pathologie et télémedecine

Ce questionnaire vous prendra entre 5 et 7 minutes.

Il s'agit d'une partie d'un travail de thèse consacré à la télé-pathologie.

Il vous est demandé de répondre à des questions simples sur votre pratique et vos avis sur la télémedecine.

Une deuxième partie vous propose de comparer plusieurs qualités d'images.

Les réponses sont collectées et traitées anonymement.

Merci de votre aide.

***Obligatoire**

Vous êtes : *

- ☐ Une femme
- ☐ Un homme

Vous exercez : *

- ☐ Dans une structure hospitalière
- ☐ Dans un cabinet privé
- ☐ Vous avez une activité mixte

Précisez votre tranche d'âge : *

- ☐ moins de 30 ans
- ☐ 30 à 39 ans
- ☐ 40 à 49 ans
- ☐ 50 à 59 ans
- ☐ 60 ans ou plus

Quelle est votre fonction ? *

- ☐ Interne
- ☐ Assistant (AHU, ASR, AS-CHU...)
- ☐ Praticien Hospitalier Contractuel
- ☐ Praticien Hospitalier
- ☐ Praticien avec fonctions universitaires (PU, MCU)
- ☐ Praticien libéral

Hormis Pathologie et télé médecine – Google Forms travaillent dans votre structure ? *

Il s'agit de la structure principale dans laquelle vous exercez.

- ☐ 0
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3 à 5
- ☐ plus de 5

Concernant les relectures de lames : *

Évaluez la fréquence à laquelle vous montrez des lames à vos collègues.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

jamais ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ plusieurs fois par jour

Combien de demandes d'avis extérieurs envoyez vous en moyenne par mois ? *

- ☐ Je n'en envoie jamais
- ☐ Moins de 1
- ☐ 1
- ☐ 2 à 4 (1 par semaine environ)
- ☐ 5 ou plus (en moyenne plus d'un par semaine)
- ☐ Autre :

Vous arrive-t-il d'utiliser votre téléphone portable personnel dans le cadre du travail ? *

(exemple : appeler un collègue, un clinicien, un technicien, le secrétariat...)

- ☐ Non, jamais
- ☐ Oui, occasionnellement
- ☐ Oui, souvent

Concernant votre téléphone portable : *

(plusieurs réponses possibles)

- ☐ Il fait des photos
- ☐ Il est connecté à internet
- ☐ Il me permet de consulter mes e-mails
- ☐ Je n'ai pas de téléphone portable

Concernant votre activité extemporanée *

- ☐ Je ne fais pas du tout d'extemporané
- ☐ Mes extemporanés se font au sein de mon laboratoire ou de mon cabinet
- ☐ Je me déplace au bloc opératoire ou en clinique pour mes extemporanés

Concernant votre équipement en imagerie numérique : *

précisez de quel(s) type(s) de matériel(s) vous disposez sur votre lieu principal de travail

- ☐ Je ne dispose d'aucun équipement me permettant de prendre mes lames en photo
- ☐ J'ai un appareil photo argentique relié à mon microscope
- ☐ J'ai un appareil photo numérique relié à mon microscope
- ☐ Un de mes collègue dispose d'un appareil photo, je lui emprunte si besoin
- ☐ J'utilise mon téléphone portable pour faire des photos de mes cas
- ☐ Je dispose d'un microscope numérique
- ☐ Je dispose d'un scanner de lames
- ☐ Je dispose d'un microscope multitête virtuel
- ☐ Autre :

Concernant les scanners de lames *

(plusieurs réponses possibles)

- ☐ Je ne les utilise pas
- ☐ Je les utilise sans problème
- ☐ Je les utilise avec réticence
- ☐ Leur utilisation me semble trop complexe
- ☐ Leur utilisation me semble trop coûteuse
- ☐ Le poids des fichiers est trop lourd
- ☐ La qualité d'image me paraît insuffisante
- ☐ Autre :

Quel est selon vous l'interêt principal des lames numérisées ? *

Si vous pouviez prendre des photos de vos lames simplement et les envoyer rapidement à un confrère (moins d'une minute), partageriez vous plus de cas ? *

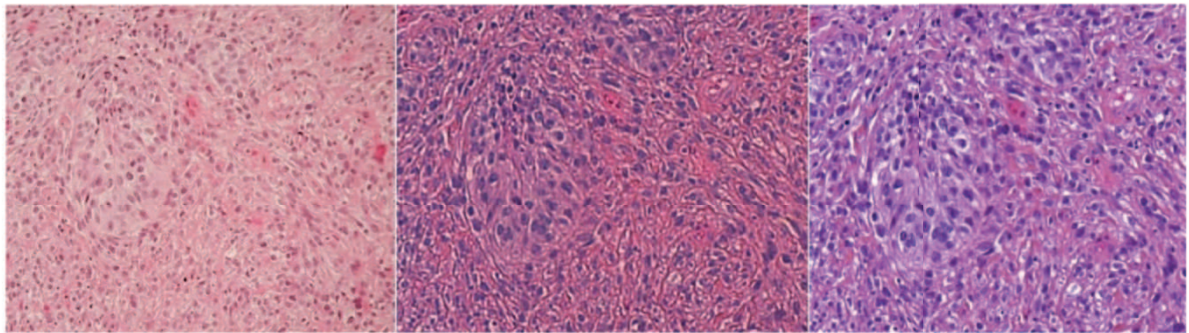
- ☐ Oui
- ☐ Non

Saviez vous qu'il est possible de prendre des photos de lames à travers un microscope avec un simple téléphone portable ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

Trois séries d'images d'un même cas vont vous être proposées, aux grossissements 10, 20 et 40. Pour chaque photo, il vous est demandé de choisir laquelle représente pour vous la meilleure qualité d'image ainsi que la moins bonne.

Grossissement x10



Concernant les images ci dessus, au grossissement x10, laquelle est selon vous de **MEILLEURE** qualité ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Leur qualité est comparable

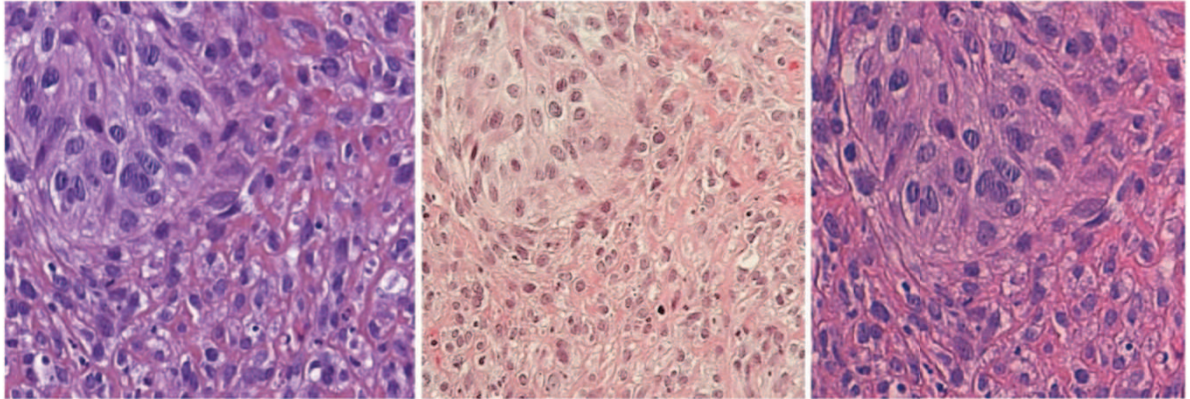
Concernant les images ci dessus, au grossissement x10, laquelle est selon vous de **MOINS BONNE** qualité ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Leur qualité est comparable

Concernant les images ci dessus, au grossissement x10, laquelle est selon vous prise avec un smartphone ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Aucune

Grossissement x20



Concernant les images ci dessus, au grossissement x20, laquelle est selon vous de MEILLEURE qualité ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Leur qualité est comparable

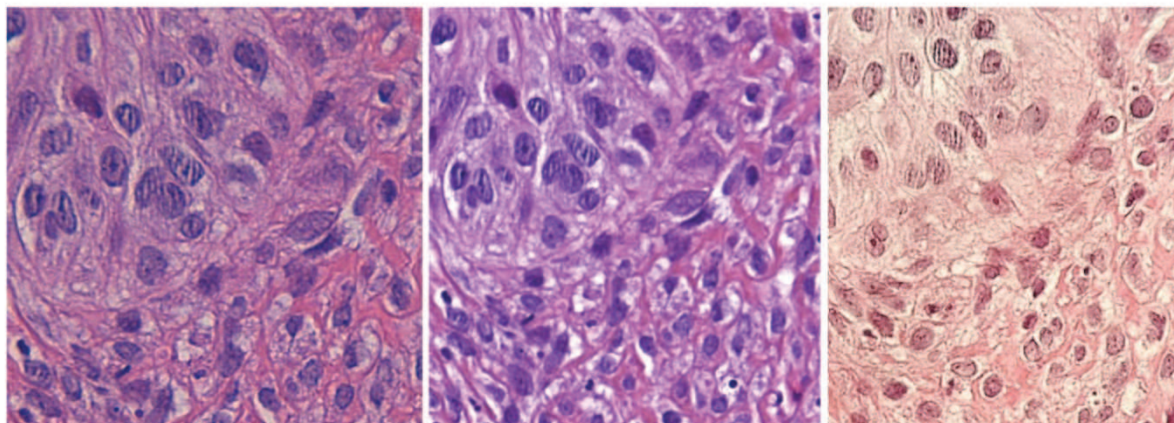
Concernant les images ci dessus, au grossissement x20, laquelle est selon vous de MOINS BONNE qualité ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Leur qualité est comparable

Concernant les images ci dessus, au grossissement x20, laquelle est selon vous prise avec un smartphone ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Aucune

Grossissement x40



Concernant les images ci dessus, au grossissement x40, laquelle est selon vous de MEILLEURE qualité ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Leur qualité est comparable

Concernant les images ci dessus, au grossissement x40, laquelle est selon vous de MOINS BONNE qualité ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Leur qualité est comparable

Concernant les images ci dessus, au grossissement x40, laquelle est selon vous prise avec un smartphone ? *

- ☐ Gauche
- ☐ Centre
- ☐ Droite
- ☐ Aucune

Avez vous des remarques ?

Annexe 1: Questionnaire en ligne soumis par l'intermédiaire de la SFP

AVIS EXTERNES

Cas n°

N° d'examen:

NOM:

PRENOM:

DATE DE RECEPTION:

PROVENANCE:

DESTINATAIRE:

TYPE DE PRELEVEMENT:

- ☐ Biopsie
- ☐ Biopsie chirurgicale
- ☐ Pièce opératoires
- ☐ Autre (préciser)

.....

TYPE DE TISSUS:

NOMBRE DE LAMES CONCERNEES (immunos et colorations comprises):

NOMBRE DE PHOTOS:

CONCERNANT L'EXPEDITEUR:

- ☐ Propose un diagnostic.....
- ☐ Ne propose pas de diagnostic
- ☐ Avis concernant le caractère malin / bénin de la lésion
- ☐ Relecture systématique (avis d'expert)
- ☐ Autre (préciser)

.....

VOTRE AVIS APRES VISUALISATION DES PHOTOS:

- ☐ Vous faites la même proposition diagnostique que l'expéditeur
- ☐ Vous faites une proposition diagnostique différente.....
- ☐ Vous préconisez la réalisation de techniques complémentaires
- ☐ Les photos vous semblent insuffisantes pour répondre à la question

VOTRE AVIS APRES VISUALISATION DES LAMES:

- ☐ Vous conservez le même avis
- ☐ Vous proposez un avis différent:
 - Diagnostic différent
 - Technique complémentaire

Remarques :

EXAMENS EXTEMPORANES

Cas n°

N° d'examen:

NOM:

PRENOM:

DATE DE RECEPTION:

PROVENANCE:

DESTINATAIRE:

TYPE DE TISSUS:

QUESTION(S) POSEE(S):

DIAGNOSTIC PROPOSE:

NOMBRE DE LAMES REALISEES:

NOMBRE DE PHOTOS:

○ Macro:

○ Micro:

VOTRE AVIS APRES VISUALISATION DES PHOTOS:

☐ Vous êtes en mesure de répondre à la question posée

☐ Vous n'êtes pas en mesure répondre à la question posée

VOTRE AVIS APRES VISUALISATION DES LAMES:

☐ Vous conservez le meme avis

☐ Vous proposez un avis different: pourquoi ?

DIAGNOSTIC RETENU:

Remarques :

Annexe 3 : Fiche standardisée accompagnant une demande d'avis sur examen extemporané.

Notes :

TELE-PATHOLOGIE ET SMARTPHONES :

UN OUTIL EFFICACE ?

ETUDE PROSPECTIVE CONCERNANT 103 DEMANDES D'AVIS

Introduction : L'activité croissante des pathologistes et les hauts niveaux de responsabilité qui lui incombent sont mis à mal par une démographie défavorable. Depuis quelques années, l'essor de la pathologie numérique tente d'apporter des solutions à ces problèmes. Néanmoins, les technologies demeurent onéreuses. Leur ergonomie, bien qu'en constante amélioration, peut également être un frein à leur développement. Nous avons dans un premier temps réalisé un questionnaire soumis aux pathologistes français concernant la télépathologie. Dans un second temps, nous avons cherché à savoir si l'utilisation des smartphones pouvait s'avérer efficace pour le diagnostic de recours en pathologie.

Méthodes : Un questionnaire en ligne a été réalisé puis soumis via courrier électronique aux pathologistes inscrits à la Société Française de Pathologie. Une relance était effectuée au 40^{ème} jour. Les données étaient exploitées de manière anonyme.

Les demandes d'avis externes, les examens extemporanés et les consultations internes étaient confiées à un pathologiste junior en première intention. Les zones d'intérêt étaient sélectionnées puis photographiées à l'aide d'un smartphone de type iPhone 5 (Apple, Cupertino, CA, USA). La manœuvre était facilitée par l'utilisation d'un adaptateur de type SkyLight (SkyLightScope, Oakland, CA, USA). Les cas étaient présentés à un pathologiste senior puis les lames réelles lui étaient présentées. Les éventuelles discordances étaient ensuite analysées.

Résultats : 202 pathologistes ont répondu à notre enquête. Près de 96% sont équipés en smartphone. 83% utilisent leur téléphone dans le cadre de leur activité professionnelle. 50% ne savait pas qu'il était possible de photographier des lames à l'aide d'un smartphone.

Nous avons inclus 103 cas variés, tous types d'organes, techniques, et demandes confondus.

Il n'y avait aucune erreur diagnostique. 6 cas sur 117 ne permettaient pas de répondre. Le taux de concordance globale observé était donc de 94,17%, réalisant un Kappa de 0,88.

3 cas extemporanés étaient discordants. Chacun d'entre eux étaient envoyés pour examens des marges d'exérèse. L'absence de WSI était en cause et l'échantillonnage d'images statiques était en cause.

2 cas externes et interne nécessitaient des recoupes ou bien des techniques complémentaires.

La télépathologie par images statique était peu adaptée ou l'échantillonnage était insuffisant.

La télépathologie n'est pas adaptée à ce type de demandes, indépendamment de l'utilisation de smartphones.

Conclusion: Les smartphones permettent de produire des images de qualité à travers un microscope optique classique. Ils produisent des images statiques. Ils permettent d'apporter le plus souvent une aide diagnostique, rapidement, facilement et à faible coût.

Il demeure des interrogations concernant l'aspect médico-légal de cette pratique.

L'avènement du WSI sur smartphones pourrait révolutionner la télépathologie.